

ESTADÍSTICA POR PROYECTOS, CONSTRUCCIÓN DE TABLAS Y GRÁFICAS EN
EL ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS

HÉLVER RINCÓN MÁRQUEZ



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

TUNJA

2019

ESTADÍSTICA POR PROYECTOS, CONSTRUCCIÓN DE TABLAS Y GRÁFICAS EN
EL ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS

HÉLVER RINCÓN MÁRQUEZ

Trabajo de grado, requisito parcial para optar al título de Magister en Educación
Matemática.

Director: PhD. Ciencias Pedagógicas. OSVALDO JESÚS ROJAS VELÁZQUEZ



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA
TUNJA
2019

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia para optar al título de Magister en Educación Matemática.

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Tunja, septiembre 06 de 2019.

Dedicatoria

Para mis hijos,
Juan Pablo y Juana Sofía.

De quienes espero
puedan llegar a ser ciudadanos
estadísticamente cultos.

Agradecimientos

Doy gracias

A Dios, por darme la sabiduría y fortaleza para culminar una meta más en mi formación profesional y a todas aquellas personas que de alguna manera hicieron posible este proyecto.

Al doctor Osvaldo Jesús Rojas Velásquez, por creer en mí, aceptar la dirección de este trabajo, especialmente por sus valiosos aportes que lo hicieron posible.

A los doctores José Francisco Leguizamón Romero y Publio Suárez Sotomonte, por sus sabios consejos, compartir sus experiencias y por estar siempre dispuestos a colaborar.

A Biviana mi esposa, profesora de matemáticas y estadística, por su apoyo incondicional en todo momento.

Índice General

Índice General	vi
Lista de Tablas	ix
Lista de Figuras	x
Lista de Anexos	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv
1. Preliminares	1
1.1. Justificación	1
1.2. Contextualización del problema	4
1.3. Objetivos	9
1.3.1. General.	9
1.3.2. Específicos.	9
2. Marco Referencial.....	10
2.1. Antecedentes	10
2.2. Marco Teórico.....	15
2.2.1. Enseñanza y Aprendizaje de la estadística.	15
2.2.2. Trabajo por proyectos.....	17

2.2.3.	Análisis de gráficos estadísticos.....	25
3.	Metodología	35
3.1.	Enfoque Metodológico.....	35
3.2.	Contextualización y población.....	36
3.3.	Etapas de la Investigación.....	37
3.3.1.	Etapa de reconocimiento de la problemática.....	37
3.3.2.	Etapa de revisión teórica.	38
3.3.3.	Etapa de planeamiento y diseño de las tareas del proyecto de estadística.	38
3.3.4.	Etapa de puesta en práctica del proyecto de estadística.	38
3.3.5.	Etapa de análisis de la información y redacción del documento.....	39
3.4.	Instrumentos de recolección de información	39
4.	Trabajo de campo.....	41
4.1.	Fases del proyecto.....	41
4.1.1.	Fase de elección del tema del proyecto.	41
4.1.2.	Fase de planteamiento de preguntas.....	43
4.1.3.	Fase de recolección de datos.	44
4.1.4.	Fase de organización, análisis e interpretación de resultados.	46
4.1.5.	Fase de elaboración del informe.....	46
4.2.	Objetivos estadísticos del proyecto.....	47
5.	Análisis de resultados	49

5.1.	Análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje	49
5.1.1.	Evaluación del proyecto.	49
5.1.2.	Rol del profesor en el desarrollo de un proyecto.	65
5.1.3.	Rol del estudiante en el desarrollo de un proyecto.....	67
5.2.	Caracterización de los elementos estructurales de los gráficos	69
6.	Conclusiones y Recomendaciones	76
6.1.	Conclusiones	76
6.2.	Recomendaciones	78
	Bibliografía	79
	Anexos.....	83

Lista de Tablas

Tabla 1 Tareas Fase 1	42
Tabla 2 Tareas Fase 2.....	43
Tabla 3 Tareas Fase 3.....	44
Tabla 4 Tareas Fase 4.....	46
Tabla 5 Tareas Fase 5.....	47
Tabla 6 Descriptores de Evaluación del Proyecto Fases 1 a 4	50
Tabla 7 Descriptores de Evaluación del Proyecto Fase 5	50
Tabla 8 Niveles para Evaluar Descriptores de Estadística Descriptiva	51
Tabla 9 Porcentaje de la Componente Pregunta de Interés	52
Tabla 10 Porcentaje de la Componente Diseño de la Investigación	55
Tabla 11 Porcentaje de la Componente Análisis de Datos	57
Tabla 12 Porcentaje de la Componente Conclusiones	59
Tabla 13 Porcentaje de la Componente Reflexión Sobre el Proceso	61
Tabla 14 Porcentaje de la Componente Creatividad y Originalidad	63
Tabla 15 Porcentaje de la Componente Presentación de Resultados	64
Tabla 16 Instrumento para el análisis de los elementos estructurales del gráfico.....	70

Lista de Figuras

Figura 1 Esquema del Desarrollo de un Proyecto (Batanero & Díaz, 2011)	21
Figura 2 Diagrama de barras adosado (Grupo 1, 2018)	71
Figura 3 Diagrama circular (Grupo 3, 2018)	72
Figura 4 Diagrama de barras adosado (Grupo 4, 2018)	73
Figura 5 Diagrama de avión (Grupo 5, 2018)	73
Figura 6 Gráfica de trébol (Grupo 5, 2018)	74
Figura 7 Gráfica creativa sin nombre (Grupo 6, 2018)	75

Lista de Anexos

Anexo 1 Tareas orientadoras para el desarrollo de un proyecto de estadística	83
Anexo 2 Descriptores de evaluación del proyecto	84
Anexo 3 Resultados de la evaluación de los proyectos.....	85
Anexo 4 Gráficas con errores de asignación.....	86
Anexo 5 Gráficas de elaboradas a través de Minitab	87
Anexo 6 Gráficas creativas incluidas en los proyectos	89

Resumen

La estadística en la actualidad ha cobrado gran importancia en aspectos tales como la cultura, el trabajo profesional y la investigación; este fenómeno se debe a la abundancia de información a la que un ciudadano debe enfrentarse en su trabajo diario. En los procesos de enseñanza y aprendizaje de la construcción de tablas y gráficas se presentan algunas dificultades, lo que ha suscitado hacer una reflexión acerca de cómo transformar la forma de enseñar estadística, de manera que los estudiantes se sientan motivados, es ésta la razón por la que se constituye la esencia de esta investigación, con la finalidad de mejorar la práctica docente. La investigación se propone analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el análisis exploratorio de datos, a través de la metodología por proyectos. El estudio se realizó a nivel de pregrado con estudiantes de ingeniería, con un enfoque de investigación cualitativo, pues se pretende explorar y contextualizar una realidad educativa; en particular, describir las interacciones que ocurren en el aula de clase; su implementación y evaluación permitieron describir el rol de profesor y de los estudiantes; así mismo, se caracterizaron los elementos estructurales de algunos gráficos incluidos en los proyectos presentados por los estudiantes.

Palabras clave: Estadística a través de proyectos, enseñanza, aprendizaje, tablas, gráficas.

Abstract

Statistics today have gained great importance in aspects such as culture, professional work and research; This phenomenon is due to the abundance of information that a citizen must face in his daily work. In the teaching and learning processes of the construction of tables and graphs some difficulties arise, which has raised a reflection on how to transform the way of teaching statistics, so that students feel motivated, this is the reason why which constitutes the essence of this research, in order to improve teaching practice. The research aims to analyze the teaching and learning processes in the exploratory data analysis, through the methodology by projects. The study was carried out at the undergraduate level with engineering students, with a qualitative research approach, since it is intended to explore and contextualize an educational reality; in particular, describe the interactions that occur in the classroom; its implementation and evaluation allowed to describe the role of teacher and students; Likewise, the structural elements of some graphics included in the projects presented by the students were characterized.

Keywords: Statistics through projects, teaching, learning, tables, graphs.

Introducción

La estadística a través del tiempo ha tenido un papel fundamental en el desarrollo de la sociedad, pues es ésta disciplina la que aporta herramientas a cualquier ciudadano para que pueda describir e interpretar el mundo a su alrededor y de esta manera de solución a problemas cotidianos.

Al estar la estadística presente en todos los niveles educativos, existe el reto para los profesores de enseñarla a través de metodologías que hagan de la estadística una asignatura en la que los estudiantes adquieran habilidades básicas, para que se conviertan en ciudadanos estadísticamente cultos y puedan asumir posturas críticas frente a la información a la que se ven enfrentados a diario.

Los resultados de esta investigación dan cuenta de cómo pueden mejorarse los procesos de enseñanza y aprendizaje de la construcción de tablas y gráficas en el análisis exploratorio de datos, con estudiantes de ingeniería a través de la *metodología por proyectos*. En particular, se han diseñado dos instrumentos que facilitan la implementación de la metodología en cada una de sus fases, tanto para orientarlas como para evaluarlas. Finalmente, se ha hecho la descripción del rol del profesor y el de los estudiantes durante la elaboración de un proyecto.

En el primer capítulo, se exponen los preliminares de la investigación, donde se incluye la justificación, la contextualización del problema a través de la pregunta de investigación y los objetivos, general y específicos. Seguidamente, en el segundo capítulo se establece el marco referencial, en el cual se hace una revisión del estado del arte, describiendo los trabajos abordados a nivel internacional, nacional y local. De otra parte, se explican los fundamentos teóricos que soportan este estudio, referentes a la enseñanza y aprendizaje de la estadística, el trabajo por proyectos y el análisis de gráficos.

En el tercer capítulo, se explica la metodológica utilizada en la investigación, allí se incluye, el enfoque metodológico, la contextualización y población, las etapas de la investigación y los instrumentos de recolección de la información. Luego, en el cuarto capítulo, se encuentran descritas cada una de las fases que se desarrollaron para la elaboración del proyecto de estadística, de acuerdo con la metodología utilizada.

En el quinto capítulo, se presenta el análisis de los resultados obtenidos, esto es, el análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje y la caracterización de los elementos estructurales de algunos gráficos incluidos en los informes de los proyectos. Por último, en el capítulo sexto se encuentran las conclusiones y recomendaciones que se hacen para quienes en cualquier momento deseen implementar esta metodología en otros temas de estadística.

1. Preliminares

1.1. Justificación

Pese a que las nuevas orientaciones curriculares para la enseñanza de la estadística sugieren conectarla con situaciones familiares para dar solución a problemas cotidianos, a nivel universitario se sigue orientando de forma descontextualizada. Es por esto, que la metodología de estadística por proyectos para la enseñanza del análisis exploratorio de datos; en general se hace necesaria, debido a que los estudiantes requieren de actividades y tareas que permitan generar conciencia acerca de la importancia de la estadística en la descripción e interpretación de fenómenos estocásticos. Al respecto, Shaughnessy, (2007) expresa que la enseñanza de la estadística sirve para desarrollar en los estudiantes la capacidad de leer, analizar y hacer inferencias a partir de distribuciones de datos reales.

La estadística juega un papel central en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, debido a que proporciona herramientas metodológicas que permiten al estudiante describir e interpretar el mundo que lo rodea, además del desarrollo del razonamiento estadístico, que va más allá del conocimiento matemático y de la comprensión de los conceptos y procedimientos (Batanero, Arteaga , & Contreras , 2011).

El conocimiento estadístico incluye la comprensión de las ideas básicas sobre tablas, gráficos, resúmenes estadísticos, diferencias entre estudios observacionales y experimentales, encuestas y probabilidad. A nivel universitario, los estudiantes deben relacionar estas ideas con otras áreas y aplicar estos conceptos en el análisis de datos. Watson (2006) recomienda enseñar a los jóvenes

los conceptos estadísticos y probabilísticos básicos, que fomenten una actitud crítica frente a posibles juicios de valor basados en evidencias estadísticas.

Teniendo en cuenta que existe gran cantidad de información estadística presentada de forma cotidiana en medios de comunicación escritos y a través de muchos portales en Internet, Arteaga (2011) destaca la necesidad que demandan los estudiantes por aprender a analizar parte de esta información presentada por medio de gráficos.

Debido a la trascendencia que este aprendizaje significa en la organización, descripción y análisis de datos; las tablas y gráficos se han convertido en una herramienta indispensable de transnumeración para el desarrollo del razonamiento estadístico, que en palabras de Wild & Pfannkuch (1999) radica en adquirir una nueva información a partir de un conjunto de datos, al cambiar el sistema de representación.

De otra parte, la experiencia adquirida por el investigador en el área de matemáticas a nivel universitario alcanza los nueve años, de los cuales cinco años ha orientado la asignatura probabilidad y estadística a estudiantes de Ingeniería Civil. A través de este tiempo han surgido muchas reflexiones acerca de cómo transformar la forma de enseñar la estadística, de modo que los estudiantes se sientan motivados por aprender.

En esta etapa de experiencia propia como profesor universitario, se presentó la oportunidad de adelantar estudios de Maestría en Educación Matemática para hacer una actualización en cuanto a las nuevas teorías de aprendizaje de la matemática y en particular de la estadística. Lo anterior,

con el único propósito de mejorar la práctica docente, que hasta ahora había tendido a convertirse en una clase magistral tradicional, apoyada en textos de estadística en sus últimas ediciones.

A pesar que en la actualidad los textos han mejorado en su presentación y han incluido actividades para trabajar a través del uso de software, con el fin de innovar un poco, la mayoría de éstas se clasifican como actividades de la semirrealidad, que en palabras de Skovsmose (2000) corresponde; por ejemplo, a una realidad construida por el autor de un libro de texto.

El interés de esta investigación se enfoca en desarrollar actividades basadas en la metodología por proyectos, que aporten al mejoramiento del razonamiento estocástico en los estudiantes. Para esto se generan ambientes activos de aprendizaje, como sugiere Azcárate (2013) donde la formulación de preguntas sobre gran importancia y permita la discusión al interior de la clase, de modo que se construya un conocimiento relevante y significativo.

Así mismo, se pretende que por medio de las preguntas formuladas por los mismos estudiantes se generen los proyectos estadísticos y de esta forma aumente la motivación en ellos, pues como indica Batanero & Díaz (2011), la estadística puede resultar detestable cuando pretende resolver ejercicios descontextualizados; donde, por ejemplo, se limita a los estudiantes a realizar cálculos de medidas o el ajuste de una recta de regresión a un conjunto de números, entre otros.

Puesto que esta investigación recoge detalles y experiencias únicas que ocurren al interior de un aula de clase de estadística, describe los roles que cada participante asume en ésta y además aporta un punto de vista holístico de las interacciones que allí acontecen, se considera pertinente puesto que se consiguen varios puntos positivos en la clase de estadística. De acuerdo con Holmes

(1997, citado en Batanero et al, 2011), al trabajar por proyectos, se permite contextualizar la estadística, se refuerza el interés sobre todo si son los estudiantes quienes eligen el tema, se aprende mejor qué son los datos reales y se da cuenta que la estadística no se reduce a contenidos matemáticos.

1.2. Contextualización del problema

La estadística en la actualidad ha cobrado gran importancia en aspectos tales como la cultura, el trabajo profesional y la investigación. Para Batanero, Gea, Arteaga, & Contreras, (2014) este fenómeno se debe a la abundancia de información a la que un ciudadano debe enfrentarse en su trabajo diario. La información estadística se caracteriza por la diversidad de gráficas y tablas que aparecen en diferentes medios de comunicación visual, impresos y a través de sitios web, donde se presenta al ciudadano, como lo afirma López (2014) información relevante de muchos fenómenos de interés.

Sin embargo, dicha información se está recibiendo sin que algunas personas tengan la capacidad de entenderla, debido a la ausencia de una cultura estadística. De acuerdo con esto, Gal (2002), describe dos habilidades directamente relacionadas que debe tener una persona estadísticamente culta: "...la capacidad para interpretar y evaluar críticamente la información estadística y la capacidad para discutir o comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas..." (pp. 2-3).

A diario, los ciudadanos están recibiendo información a través de diferentes fuentes informativas, como periódicos, noticieros de televisión, redes sociales y hasta en establecimientos públicos es común encontrar grandes pantallas que presentan la información en tablas y gráficos,

siendo necesario que ellos sean capaces de comprenderla y usarla. De esta manera, la estadística no solo tiene el objeto de ayudar a mejorar el razonamiento estadístico de cada ciudadano, sino que también puede apoyar la toma de decisiones en situaciones de la vida cotidiana (del Pino & Estrella, 2012).

Algunas de esas situaciones están relacionadas con información financiera, encuestas de opinión, rating de programas de televisión, intención de voto, entre otras. En virtud de lo antes expuesto, una persona tendría mejor bienestar individual y contribuiría con el colectivo de los ciudadanos si invirtiera en la alfabetización estadística. Al respecto Shaughnessy, Garfield & Greer (1996, citado en Batanero, 2013) afirman que en investigaciones recientes se ha encontrado que algunos estudiantes de educación media y nivel universitario tienen concepciones erróneas o no logran hacer una interpretación adecuada de los resultados estadísticos presentados en tablas y gráficos.

La estadística se ha convertido en una herramienta fundamental que permite la toma de decisiones de muchos fenómenos aleatorios y ha contribuido con los avances de investigaciones en todas las áreas del conocimiento. Contrariamente, es común ver a muchos egresados, técnicos, tecnólogos y profesionales, a quienes les cuesta hacer una adecuada interpretación de resultados estadísticos publicados a través de diferentes medios, impresos y digitales (Batanero et al., 2014).

Han pasado más de 25 años desde que en Colombia se decidió incluir la estadística en el currículo de matemáticas y aún forma parte de esta área. Este hecho fue bastante favorable debido a que se incluyó en todos los niveles de básica y media. Ahora bien, no se tuvo en cuenta que en general, los profesores de matemáticas que asumieron este nuevo reto no estaban preparados para

afrontar esta tarea y por lo tanto la estadística se comenzó a enseñar sin que la mayoría de ellos hayan recibido ningún tipo de formación en ese campo.

Por otra parte, algunos profesores de matemáticas con estudios en estadística han asumido el desafío de enseñarla, dedicando mayor parte del tiempo a los procedimientos algorítmicos en lugar de ocuparse del análisis de los resultados (Zapata, 2010). En ese mismo sentido, Tauber (2010) advierte acerca del “conflicto de la enseñanza de la estadística” (p. 54), como el fenómeno que se presenta cuando la estadística es incluida dentro de la matemática y que generalmente los docentes que la orientan han sido formados con insuficientes e inadecuadas técnicas y métodos estadísticos que después tiene que enseñar.

En Colombia, desde el año 1990 la estadística entró a formar parte del Plan Curricular del área de matemáticas, cuando se decidió incluir en los contenidos, los sistemas de datos, sustentados en la necesidad del conocimiento estadístico para la investigación en muchas áreas (Castellanos, 2001). Los principales contenidos en ese momento de acuerdo con el (MEN, 1990), fueron:

- Estudiar algunos conceptos fundamentales de estadística.
- Recolectar datos, organizarlos en tablas de frecuencia y presentarlos en diagramas.
- Realizar análisis de datos recogidos y tabulados.
- Estudiar algunas medidas de tendencia central e introducir las medidas de dispersión.

Desde entonces, la estadística se ha venido enseñando como un contenido más, que forma parte del área de matemáticas sin que haya cobrado la importancia que representa en la formación de estudiantes críticos.

En muchos estudios relacionados con la enseñanza de la estadística se ha identificado que, aunque ésta lleva bastante tiempo incluida en el currículo, sigue enseñándose de manera descontextualizada y como resultado de esto, los estudiantes presentan bajos niveles de razonamiento estocástico (Azcárate, 2013). En ese contexto, Behar & Grima, (2015) mencionan la existencia de suficiente literatura que respalda la hipótesis que, en la mayoría de los casos, la estadística se enseña aplicando reglas y algoritmos que incluyen problemas muy simples y fuera de contexto. En consecuencia, no se contribuye significativamente con nuevos elementos al sistema explicativo del estudiante para que pueda resolver un problema real en su vida profesional.

La estadística se sigue enseñando de manera algorítmica en todos los niveles educativos. En particular, a nivel universitario esta forma de enseñar no permite que el estudiante se involucre en las problemáticas del contexto real. En virtud de esto, la enseñanza de la estadística se favorece cuando se basa en investigaciones y proyectos, puesto que los estudiantes al trabajar con datos obtenidos de situaciones del entorno logran desarrollar una actitud crítica (Batanero, 2013).

Con relación a la enseñanza de la matemática y estadística se tienen algunos resultados de un estudio realizado sobre deserción y mortalidad académica en las áreas de matemáticas y estadística, orientadas por docentes del Departamento de Ciencias Básicas en la Universidad Santo Tomás de Tunja (Aponte, González & Rincón, 2012). Allí se encontró que, “... los estudiantes presentan muy bajos niveles de lectura comprensiva y escritura. Se observa un alto porcentaje de estudiantes que no presentan el nivel requerido para afrontar el currículo que las facultades de ingeniería prescriben...” (pp. 71,75). Además, uno de los problemas detectados en algunos docentes fue el de “...falta de actualización docente en los campos de la didáctica, la metodología y los procesos de evaluación...”.

Otro estudio llevado a cabo por González (2017) en la misma Universidad con estudiantes de ingeniería de sistemas, relacionado con la organización y el tratamiento de datos en estadística descriptiva, a través de aulas investigativas, estableció que los estudiantes presentaron dificultad para aplicar los conceptos de la estadística descriptiva de forma contextualizada, es decir en el análisis de un conjunto de datos generado a través de una experiencia investigativa.

De otra parte, también se identificó, que algunos docentes que orientan la asignatura estadística y probabilidad son profesores con formación en matemáticas y tienden a dedicar la mayor parte del tiempo a los temas de probabilidad, restándole importancia, por ejemplo, al análisis exploratorio de datos.

De acuerdo con lo establecido anteriormente, surge el siguiente cuestionamiento como eje movilizador del trabajo de investigación ¿Cómo favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje para la construcción de tablas y gráficas en el análisis exploratorio de datos, en estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomas?

1.3. Objetivos

1.3.1. General.

Analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje para la construcción de tablas y gráficas en el análisis exploratorio de datos, a través de la metodología de estadística por proyectos.

1.3.2. Específicos.

- Diseñar e implementar un instrumento con tareas orientadoras para el desarrollo de un proyecto de estadística en cada una de sus fases.
- Elaborar un instrumento para la evaluación de un proyecto de estadística.
- Describir el rol del profesor y de los alumnos en la metodología por proyectos.
- Elaborar y aplicar un instrumento para evaluar los elementos estructurales de algunos gráficos generados en los proyectos.

2. Marco Referencial

2.1. Antecedentes

En el siguiente apartado, se describen los diferentes trabajos de investigación en Educación Estadística que han abordado la enseñanza de la estadística en los niveles de educación básica, media y educación superior a nivel de pregrado, destacando especialmente la formación inicial de profesores; desde diferentes perspectivas como la Metodología por Proyectos, Teoría de las Situaciones Didácticas, el Enfoque Ontosemiótico, entre otras; así como también trabajos e investigaciones relacionados con la importancia de la interpretación y construcción de tablas y gráficos estadísticos. Los estudios relacionados contribuyen en la fundamentación de esta investigación a partir del análisis de aspectos teóricos y metodológicos.

A nivel internacional, en la educación básica y media, Batanero & Diaz (2011) presentan su libro *Estadística con Proyectos*, dirigido especialmente a profesores, como resultado de la investigación realizada dentro del Proyecto Evaluación y desarrollo de competencias matemáticas y didácticas de profesores. El objetivo principal se enfocó en la necesidad de presentar a la estadística como una herramienta en la toma de decisiones y en la investigación o trabajo profesional, argumentando que los conceptos y las técnicas estadísticas se introducen siempre en el contexto de una investigación, de esta forma, las preguntas motivan la introducción de dichos contenidos.

En una primera parte del libro, se analizan algunos aspectos referentes a la enseñanza de la estadística, destacando la motivación de esta metodología de enseñanza. En una segunda parte, se muestran algunos ejemplos de proyectos para trabajar en clases de estadística, desarrollados en

diferentes nivel educativos. Finalmente, se dan algunas sugerencias didácticas acerca de posibles dificultades que los estudiantes puedan llegar a presentar.

En la educación superior, Arteaga (2009) evalúa el conocimiento que tienen los futuros profesores de educación primaria frente a la construcción de gráficas estadísticas, en el marco de un proyecto abierto de análisis de datos. Su fundamentación teórica se basa en el Enfoque Ontosemiótico (EOS), y sobre el cual, destaca la importancia de los niveles de jerarquía en la construcción de gráficos estadísticos en función de la complejidad semiótica de los mismos.

Presenta dos hipótesis de investigación: la primera afirma que los futuros profesores al construir gráficos estadísticos comenten muchos errores que ya fueron detectados en investigaciones anteriores, y la segunda asegura que los dos niveles superiores de complejidad semiótica definidos en la investigación no son alcanzados por la mayoría de los estudiantes de la muestra del estudio.

Sobre éstas se acertó que con respecto a la primera hipótesis se cumplió, encontrándose que la mayoría de los errores de los cuales alertan las investigaciones previas aparecen reflejados en los gráficos contruidos por los futuros profesores participantes y con respecto a la segunda se encontró que no se verifica, es decir que el 80,6% del total de los alumnos que realizan gráficos lo hacen dentro de una de las dos categorías superiores.

A manera de conclusión, el autor destaca la importancia de trabajar la estadística con proyectos en la formación estadística de los futuros maestros, puesto que, a través de éstos se obtienen los datos para la investigación, y su vez, esto contribuye a la preparación de ellos para abordar la enseñanza de la estadística por medio de esta metodología. Además, el estudio permitió definir

los niveles de complejidad semiótica, estableciendo la clasificación de los gráficos elaborados por los futuros profesores, siendo este un aporte original, resultado de la investigación.

A nivel universitario, Alvarado, Galindo & Retamal (2018), evalúan el aprendizaje de conceptos y procedimientos estadísticos descriptivos, a través de la estadística orientada por proyectos en estudiantes de ingeniería. En el estudio participaron 125 estudiantes, quienes presentaron 45 proyectos para ser evaluados. Los instrumentos de recolección de la información fueron: la pauta de análisis del componente de idoneidad didáctica, propuesto por Godino (2009) y una adaptación de los niveles para evaluar los descriptores de estadística descriptiva propuestos por Arteaga, Batanero, Cañadas & Gea (2012).

Como conclusión los autores expresan que luego de hacer la evaluación se encontró que los estudiantes tuvieron dificultad para declarar los objetivos, tabular los datos, interpretar de la información, usar adecuadamente gráficos, entre otros; coincidiendo con Juárez e Inzunza (2014) en que la comprensión de conceptos estadísticos y su razonamiento no son procesos triviales y que para su desarrollo se requiere poner en juego competencias de mayor nivel cognitivo.

En general, los estudiantes se clasificaron en un nivel no esperado para el nivel académico en que se encuentran, es decir nivel 2, pues no se centraron en el contenido estadístico. Para efectos de esta investigación, este trabajo cobra importancia debido a que se adoptará la adaptación hecha por los autores de los niveles para evaluar los descriptores de estadística descriptiva, que se mencionaron anteriormente.

En la investigación que presenta Tauber (2010), realiza un análisis de los elementos básicos de alfabetización estadística en tareas de interpretación de gráficos y tablas descriptivas. Este trabajo, se llevó a cabo en la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Litoral entre los años 2005 y 2006 y presenta un análisis para la categorización de los niveles de interpretación de lectura utilizando el Enfoque Ontosemiótico.

La investigadora concluye que los estudiantes presentaron dificultad para describir verbalmente los resultados presentados por medio de resúmenes estadísticos; además de esto comparó un grupo control de estudiantes que habían tomado algún curso de estadística previamente, con otro que no lo habían hecho y no encontró diferencias significativas entre los grupos, debido a que en ambos casos observó el uso inadecuado de los elementos básicos, que deberían hacer parte de la alfabetización estadística de un ciudadano informado.

En el ámbito nacional, a nivel de pregrado, López (2014) hace un estudio desde la perspectiva de la Estadística por Proyectos, apoyado en la Teoría de las Situaciones Didácticas de Brousseau. El autor tuvo en cuenta una muestra de estudiantes de Economía de la Universidad Católica de Colombia, a quienes se les aplicó una prueba diagnóstica con el fin de identificar dificultades en la construcción, lectura e interpretación de tablas y gráficos estadísticos. Uno de los objetivos fue evaluar el desempeño de las competencias en lectura y construcción de tablas y gráficos estadísticos.

Metodológicamente, la investigación presenta un enfoque mixto, en el cual el investigador aplica un contraste de hipótesis con la ayuda de un grupo control y establece las diferencias acerca de los preconceptos de los estudiantes y habilidades luego de haber aplicado una secuencia

didáctica. A manera de conclusión, el autor destaca el sentido de compromiso que se crea en el estudiante respecto a lo que está aprendiendo y el papel que desempeña en la construcción del conocimiento.

Así mismo, a nivel de educación media, Carmona & Cruz (2016) realizan una investigación con el objetivo de identificar las características que favorecen la comprensión de la información contenida en tablas y gráficas estadísticas, en estudiantes de grado séptimo de dos instituciones educativas del Departamento de Antioquia. Allí realizan la caracterización de los niveles de comprensión de lectura de gráficas con referencia al Modelo Jerárquico propuesto por Aoyama (2007) y el Modelo basado en la Taxonomía SOLO. Para el desarrollo metodológico del estudio utilizaron algunos instrumentos del entorno y herramientas tecnológicas que les permitió a los investigadores llevar a los estudiantes a niveles superiores en las jerarquías de comprensión gráfica con un enfoque de tipo cualitativo.

En el contexto local, González (2017) presenta un trabajo de investigación en la cual pretende dar respuesta a la pregunta ¿Cómo es la dinámica de la clase de estadística a través del desarrollo de aulas investigativas? El objetivo de la investigación radica en describir e interpretar la dinámica de clase en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, en la organización y tratamiento de datos en estadística descriptiva a través de una experiencia investigativa en el aula.

En este trabajo se implementó la metodología de aulas investigativas en estadística y su ejecución tuvo en cuenta los intereses de los estudiantes, sus preguntas y las posibilidades de construir investigaciones, mediante estas aulas. Al final se destacan algunas conclusiones, por

ejemplo, el hecho que los estudiantes hayan podido producir texto en el contexto de una cultura estadística y escrita, permitiendo una integración curricular sobre el lenguaje estadístico y escrito.

2.2. Marco Teórico

En este apartado se presentan los fundamentos teóricos que sustentan esta investigación. En primer lugar, se incluye de manera general la enseñanza y el aprendizaje de la estadística según (Arteaga (2009), Azcárate, (2015), Batanero (2001), Tauber (2010), Vega (2013), entre otros). Posteriormente, se expone el origen de la metodología por proyectos cuyo autor es Kilpatrick (1918), la estadística por proyectos propuesta por Batanero & Díaz (2011), incluidas las fases, las competencias desarrolladas y la evaluación. Finalmente, se expone la forma con se analizan los elementos estructurales de gráficos estadísticos, siendo Curcio (1989); Friel, Curcio, & Bright, (2001) sus principales autores.

2.2.1. Enseñanza y Aprendizaje de la estadística.

La inclusión de la estadística en el currículo de matemáticas tiene alrededor de treinta años en Colombia, como se expuso en el planteamiento del problema de esta investigación. A través de este tiempo se han hecho muchas investigaciones relacionadas con la enseñanza de la estadística y las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de esta disciplina.

Para Batanero (2001), el interés por la enseñanza de la estadística al interior de la educación matemática está directamente relacionado con el acelerado desarrollo de la estadística como ciencia, además de ser una herramienta imprescindible en la investigación. En el caso de Colombia, la enseñanza de la estadística en general, ha sido responsabilidad de los profesores de

matemáticas, y aún en la actualidad son muy pocos los profesores que han tenido una formación específica en esta disciplina.

La forma descontextualizada y algorítmica como se sigue enseñando la estadística, deriva de la forma como ésta fue incluida en el currículo de matemáticas; aunque se enseña en los niveles de educación básica, media y superior, son muchas las razones por las que no es posible asegurar la promoción de ciudadanos críticos. Según Tauber (2010), una de éstas razones recae en los formadores de profesores, al no tener claridad en los marcos teóricos, los objetos de estudio y los conceptos primitivos, de modo que se genere un impacto en los futuros docentes y que les permita promover en sus estudiantes estrategias de alfabetización, pensamiento y razonamiento estadístico.

Procesos como el pensamiento y el razonamiento estadístico han sido objeto de algunas investigaciones en educación estadística. El razonamiento estadístico es la forma como una persona razona con ideas estadísticas y el sentido que se le da a la información estadística, es decir hacer interpretaciones basadas en conjuntos de datos y sus representaciones, tal y como lo indica Garfield (2002, citado en Inzunsa & Jiménez, 2013).

El razonamiento estadístico dado por Gal (2002), no solo incluye los conocimientos conceptuales, sino que considera el razonamiento como un componente esencial del aprendizaje, cuyos elementos permiten desarrollar el pensamiento estadístico en los estudiantes. Este tipo de razonamiento, según Wild & Pfannkuch (1999) citado por Batanero & Díaz (2011) incluye cinco componentes principales:

- Reconocer la necesidad de los datos: las situaciones de la vida real solo pueden ser comprendidas a partir del análisis de los datos que han sido recogidos de forma adecuada y confiable por los estudiantes.
- Transnumeración: indica la comprensión del fenómeno estocástico que surge cuando se cambia de una representación a otra el conjunto de datos; es decir, que puede pasar de una base de datos a representaciones numéricas y gráficas que permiten la visualización de las tendencias de las mismas.
- Percepción de la variación: la estadística busca explicar las causas de la variación de un conjunto de datos.
- Razonamiento de modelos estadísticos: los gráficos estadísticos permiten modelar un conjunto de datos ya que facilitan representar la realidad.
- Integración de la estadística y el contexto: aparece especialmente en las fases iniciales y finales del ciclo de modelización.

2.2.2. Trabajo por proyectos.

De acuerdo con Espejo (2016), la metodología por proyectos tiene sus orígenes a principios del siglo XX con un artículo publicado por William Kilpatrick, discípulo de Dewey en 1918, en el Teachers College Record. Según Wassermann (1994, citado en Díaz, 2003) esta metodología se caracteriza por la asignación de una tarea formal a un estudiante o un equipo de trabajo pequeño, acerca de un tema concreto en un área del conocimiento. Los proyectos requieren que los estudiantes investiguen, construyan y analicen información relacionada con los objetivos propuestos en la tarea, a través de actividades.

La metodología por proyectos se considera como una estrategia en el aula, y en su hacer relaciona los objetos de la pedagogía activa, el cambio conceptual, la interacción sujeto-objeto para generar conocimiento, además promueve la autonomía en el estudiante y se dan elementos para que pueda llevar a cabo investigaciones en el futuro (Vega, 2013).

En un estudio a nivel universitario en facultades de Ciencias, Ingeniería y Matemáticas relacionado con la inclusión de aprendizajes activos en el aula, realizado por Freeman et al. (2014), en el cual se compararon los resultados de los experimentos que documentaron el rendimiento de los estudiantes con al menos un aprendizaje activo frente a las clases tradicionales, mediante el meta-análisis de 225 estudios, permitió concluir que el aprendizaje activo conduce a aumentos significativos en el desempeño de las pruebas estandarizadas de conceptos científicos y disminuye la tasa de estudiantes que reprueban un curso, pues cuando se enseña a través de una clase tradicional la tasa de fracaso se incrementa en un 55%.

Existen diversas estrategias para el aprendizaje significativo enfocadas en la construcción del conocimiento en contextos reales, en el desarrollo de las capacidades reflexivas y críticas. La estrategia de enseñanza por proyectos en este caso corresponde al conjunto de procedimientos propios del docente, utilizados de forma flexible, autorregulada y reflexiva para favorecer el logro significativo del aprendizaje en los estudiantes (Díaz, 2003).

2.2.2.1. La estadística a través de proyectos.

Como lo indica Batanero & Díaz (2011) citado en Díaz, Aguayo, & Cortés (2014), para un efectivo proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística se debe incluir en el aula de clase el trabajo por proyectos, ya que evita el aprendizaje fragmentado de los conceptos estadísticos. Los

proyectos se distinguen por tener los mismos pasos que una investigación, es decir, la identificación del tema de estudio y formulación de las preguntas, la recolección del conjunto de datos para el tema en estudio, el análisis de los datos y su interpretación en función de la pregunta planteada y la redacción del informe del proyecto.

La metodología de enseñanza por proyectos consiste en una propuesta didáctica, que comprende un conjunto de tareas organizadas y secuenciadas, llevadas a cabo mediante el trabajo colaborativo con el objetivo de obtener un resultado o producto determinado. Al desarrollar un proyecto, el estudiante además de aplicar los contenidos y métodos estadísticos, desarrolla otras destrezas propias del trabajo en equipo, tales como organización, comunicación, planificación, toma de decisiones, todas éstas, necesarias para su desarrollo personal y futuro profesional (Gil, 2010).

Como señala Batanero & Díaz (2011), las actividades tradicionales en el aula de clase incluyen algunos conceptos o propiedades estadísticas, mientras que el trabajo por proyectos permite desarrollar diferentes contenidos y habilidades de manera simultánea, como se lista a continuación:

- Comprensión conceptual: dar nombre, verbalizar y definir conceptos estadísticos.
- Conocimiento procedimental: se reconoce cuándo es adecuado un procedimiento.
- Resolución de problemas: se aplican diversas estrategias para resolver problemas.
- Formulación y comunicación matemática: estas ideas pueden ser verbales, escritas o mediante representaciones visuales.
- Razonamiento matemático: uso del razonamiento inductivo para reconocer patrones y plantear conjeturas y el razonamiento deductivo para verificar conclusiones.

- Actitud: valoración de la estadística para analizar datos reales; valoración de la claridad en la construcción de tablas y gráficos estadísticos.

Según Anderson & Loynes (1987), la estadística está íntimamente relacionada con la solución de problemas cotidianos, por esta razón la metodología por proyectos facilita a los estudiantes desarrollar estrategias que permiten la solución de dichos problemas. Holmes (1997) afirma que una de las principales características de un curso basado en proyectos es el énfasis que se da a las tareas, al considerarlas realistas en un contexto determinado. Además, él considera que la estadística por proyectos se destaca por los siguientes aspectos:

- Los proyectos permiten contextualizar la estadística y hacerla más relevante. Si los datos surgen de un problema, son datos con significado y deben ser interpretados.
- Los proyectos refuerzan el interés, sobre todo si los estudiantes son los que eligen el tema.
- Se aprende mejor con los datos reales que con datos inventados por el profesor.

2.2.2.2. Esquema de trabajo por proyectos.

A continuación, se dan algunas pautas para elegir un proyecto según Batanero & Diaz (2011). El proyecto debe considerarse como una verdadera investigación donde la estadística se integra dentro del proceso más general de ésta. Debe elegirse adecuadamente, ser realista, abierto y acorde al nivel de los estudiantes. Se inicia proponiendo un problema práctico y se resuelve después con la estadística.

En la figura 1 se muestra el esquema con las fases propuesto por Batanero & Díaz (2011) para trabajar un proyecto.

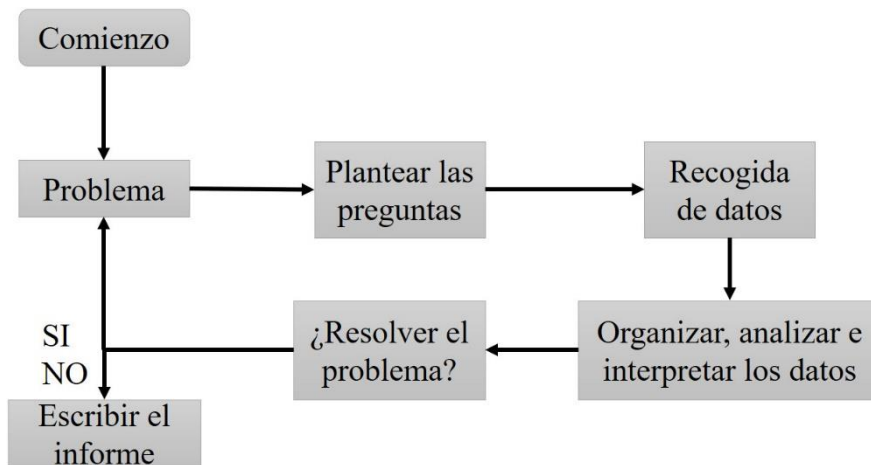


Figura 1 Esquema del Desarrollo de un Proyecto (Batanero & Díaz, 2011)

Las fases que se desarrollan en el proyecto son:

1. Fase de elección del tema del proyecto: en esta fase lo ideal es que los mismos estudiantes tomen la iniciativa de proponer un tema en el que quieren trabajar el proyecto, se sugiere conformar equipos de trabajo de dos o tres estudiantes.

2. Fase de planteamiento de preguntas: puede decirse que es una de las más complejas para el inicio del proyecto, debido a que los estudiantes rara vez tienen claridad en la formulación del proyecto. En algunos casos los estudiantes comienzan sin preguntas claramente definidas. Aquí el profesor debe ayudar a pasar de un tema muy general a una pregunta que pueda ser respondida. Según Batanero & Díaz (2011), se sugiere que el profesor en su gestión de clase tenga en cuenta los siguientes ítems al formular las preguntas de investigación:

“¿Qué quieres probar? ¿Qué tienes que medir/observar/preguntar? ¿Qué datos necesitas? ¿Cómo encontrarás tus datos? ¿Qué harás con ellos? ¿Crees que puedes hacerlo? ¿Encontrarás problemas? ¿Cuáles? ¿Podrás contestar tu pregunta? ¿Para qué te servirán los resultados?” (p. 23).

3. Fase de recolección de datos: para Batanero & Díaz (2011), en algunos casos los datos se encuentran disponibles, pero es necesario saber localizarlos en diferentes fuentes como libros, bases de datos, o anuarios estadísticos. En otros casos los datos son recolectados directamente por los estudiantes por medio de un formulario de encuesta o través de la realización de un experimento. En el primer caso los estudiantes deberán establecer los objetivos del mismo, eligiendo las variables y escribiendo las preguntas adecuadas que permitan conseguir la información deseada de forma clara y sucinta (Batanero & Díaz, 2011).

Además, es importante tener en cuenta la naturaleza de las escalas de medición de las variables involucradas, debido a que de esto depende el análisis de datos que se puede aplicar. Lo anterior, debido a que es usual que algunos estudiantes al utilizar software estadístico para el análisis de la información generen gráficos inapropiados sin importar la clasificación de las variables.

4. Fase de organización, análisis e interpretación de resultados: uno de los objetivos en el análisis exploratorio de datos debe ser que los estudiantes desarrollen la capacidad de recoger, organizar, depurar, representar y analizar sistemas de datos reales. De esta forma aprenderán a valorar el trabajo que implica la recolección de la información para obtener datos confiables y estarán más dispuestos a colaborar cuando se les solicite colaboración para diligenciar encuestas o cualquier otro instrumento (Batanero & Díaz, 2011).

Los estudiantes pueden hacer uso de ordenadores para la elaboración del proyecto, tanto para organizar la información y analizarla como para elaborar el informe final, de esta forma se contribuye al aprendizaje de nuevas tecnologías y el uso de paquetes específicos de estadística (Arteaga, 2009).

5. Fase de elaboración del informe: deberá irse escribiendo desde el inicio de la primera fase y en este se escribirá al desarrollar cada una de las fases del proyecto. En el informe se verá reflejado un resumen de todo el trabajo realizado, aquí los estudiantes reforzarán el proceso de razonamiento estadístico al tener que redactar para otras personas sus resultados, producto del análisis y organización de la información, (Batanero & Díaz, 2011).

2.2.2.3. Desarrollo de competencias básicas a través de proyectos.

La metodología de la estadística con proyecto favorece en los estudiantes el desarrollo de algunas competencias. A continuación, se describen estas competencias de acuerdo con Batanero & Díaz (2011).

Competencia en comunicación lingüística. Se adquieren destrezas y actitudes como asumir una posición crítica frente a posibles juicios de valor basados en datos estadísticos, se forman en la construcción y comunicación del conocimiento, de forma escrita redactando el informe y oral en el momento de sustentar el proyecto frente a sus compañeros y profesor.

Competencia matemática. Durante el desarrollo del proyecto los estudiantes deben realizar operaciones básicas con diferentes conjuntos numéricos, para esto utilizan símbolos y expresiones en la que se hacen razonamientos matemáticos. Además, se hace uso de proporciones, funciones, elementos geométricos y hasta mediciones. Es decir, que los estudiantes integran el conocimiento matemático con otras disciplinas, pues la parte matemática es apenas una fase del proyecto.

Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. El trabajo con proyectos permite la comprensión de acontecimientos de actualidad y el análisis de fenómenos sociales, con

el fin de obtener conclusiones basadas en pruebas que permiten la toma de decisiones. Al poner en práctica esta metodología los estudiantes adquieren una habilidad progresiva para efectuar auténticas investigaciones, pues es así como se conciben los proyectos.

Tratamiento de la información y competencia digital. A través de las fases de recolección, organización y análisis de la información se familiariza a los estudiantes en la búsqueda, obtención y procesamiento de la información para transformarla en conocimiento. Aprenden a manejar calculadoras y programas de computador para sintetizar y hacer inferencias y deducciones de diferente nivel de complejidad.

Competencia social y ciudadana. Se enseña a los estudiantes acerca de la importancia de la estadística en la sociedad actual, formando parte de procesos estadísticos como la participación en encuestas o censos. Al trabajar en equipos de dos o tres personas se fomenta la cooperación y se valora el trabajo de los demás. Se adquieren diversas habilidades y conocimientos que permiten tomar decisiones y responsabilizarse de las decisiones adoptadas.

Competencia para aprender a aprender. Se forman destrezas para conseguir información y transformarla en nuevo conocimiento. Se ejercita la curiosidad de plantearse preguntas, detectar y utilizar técnicas y estrategias para afrontar situaciones problema para tomar decisiones utilizando información de la que se dispone.

Autonomía e iniciativa personal. Se aprende a elegir el problema de acuerdo a un tema de interés teniendo un criterio propio y ejecutando planes de acción. El estudiante aprende a ser autónomo al resolver el problema, elegir las estrategias de resolución y a no depender del profesor.

2.2.2.4. *Evaluación de los proyectos.*

La evaluación del proyecto es una de las tareas más importantes que el profesor debe hacer, este proceso permite ver el progreso de los estudiantes durante todo el tiempo que se realiza. Al final, el objetivo será dar cuenta del mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes. La evaluación debe efectuarse en varios momentos de modo que pueda darse una asesoría oportuna, asimismo deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos: evaluación individual de cada estudiante, interés del proyecto, que haya sido terminado en su totalidad, las correcciones de las técnicas estadísticas que pudieron haberse hecho, la interpretación de los resultados y la claridad para redactar el informe, además del trabajo individual y en equipo de los integrantes del proyecto, (Starkings, 1997).

Es importante incluir en la evaluación las habilidades y conocimientos de los estudiantes. Se sugiere incluir los siguientes aspectos: la pregunta de interés, el diseño de la investigación, el análisis de los datos, las conclusiones, la reflexión sobre el proceso, la presentación de los resultados, la creatividad y la originalidad, (Batanero & Díaz, 2011). En el apartado 5.1.1 Evaluación del proyecto se amplían estos aspectos.

2.2.3. Análisis de gráficos estadísticos

De acuerdo con Friel, Curcio & Bright (2001) los gráficos estadísticos son utilizados para transmitir información en una gran variedad de campos al representar la realidad de forma simplificada, el uso de gráficos para analizar y visualizar datos, es cada día más frecuente en los ámbitos científicos y empresariales, por tanto, las habilidades para la construcción e interpretación de los mismos son competencias básicas de la cultura estadística.

Kosslyn (1985 citado en Carmona & Cruz, 2016), sugiere dos contextos para el uso de los gráficos, el primero es el análisis de datos que funciona como una herramienta inicial para el análisis exploratorio de los mismos, y el segundo, para comunicación en donde los gráficos son vistos como una imagen que intentan convertir la información en números.

2.2.3.1. Elementos estructurales para la construcción de gráficos estadísticos

Para Arteaga, Batanero, Díaz, & Contreras (2009), el lenguaje gráfico tiene un papel esencial en el análisis exploratorio de datos, por ser un instrumento de transnumeración estadística, es decir, se obtiene una nueva información a partir del cambio de un sistema de representación estadística a otro. Dentro de las principales investigaciones que evalúan la construcción de gráficos estadísticos, los convenios de construcción y sus elementos estructurales están dadas por Curcio (1989), Friel y Curcio & Bright (2001).

De acuerdo con Curcio (1989), para que un estudiante haga una interpretación correcta de un gráfico estadístico, éste deberá reconocer los elementos mínimos que un gráfico debe contener, a saber:

- Las palabras que aparecen en el gráfico: se refieren a los títulos, los nombres de las etiquetas de los ejes y las escalas, que permiten comprender los elementos representados en el gráfico.
- El contenido matemático subyacente: está relacionado con los conjuntos numéricos empleados, es decir, los conceptos matemáticos implícitos. Por ejemplo, en un diagrama circular el área o la longitud en un gráfico de líneas.

- Los convenios específicos: depende del convenio que se use en cada tipo de gráfico, y se deben reconocer para realizar una la lectura o construcción correcta del gráfico.

Al representar y analizar los datos, el estudiante debe hacer la traducción de lo representado en la tabla o el gráfico y la realidad. Por consiguiente, se requiere de un conocimiento tanto de la realidad misma como de elementos mínimos que deben tenerse en cuenta al construir las gráficas. Según Friel, Curcio & Bright (2001), se reconocen los siguientes elementos estructurales en un gráfico:

- El título y las etiquetas, donde se indica el contenido contextual del gráfico y las variables representadas.
- El marco del gráfico, incluye los ejes, las escalas y marcas de referencia en cada eje, y suministran información sobre las unidades de medida de las magnitudes representadas. Es posible tener diferentes tipos de marcos y sistemas de coordenadas, el marco más sencillo tiene forma de ele, con el eje X para los datos que se miden y el eje Y que proporciona información sobre las mediciones que se están utilizando. Los gráficos de líneas, barras, histogramas son ejemplos de gráficos con marcos en forma de ele. Los gráficos circulares tienen un marco con un sistema de coordenadas polares.
- Los especificadores del gráfico, son las dimensiones visuales y se utilizan para representar los valores de los datos, por ejemplo, los especificadores pueden ser las líneas en un gráfico de líneas, las barras en un gráfico de barras, los rectángulos en un histograma o los puntos en un diagrama de dispersión.

Los autores proponen algunas competencias relacionadas con el lenguaje de los gráficos, su lectura y su construcción, éstas son:

- El reconocimiento de los elementos estructurales del gráfico, tales como: los ejes, las escalas las etiquetas y sus relaciones.
- La interpretación de las relaciones reflejadas en el gráfico a los datos que se representan en el mismo y viceversa y la identificación del tipo de gráfico en función del juicio de los datos representados.
- Traducción de las relaciones existentes entre el gráfico y los datos representados.
- Identificación de cuándo un gráfico es más útil que otro, de acuerdo al tipo de variable.

2.2.3.2. Errores en la lectura y construcción de gráficos

Dentro de las investigaciones más destacadas con respecto a los posibles errores en la construcción y elección correcta del tipo de gráfico, Li & Shen (1992, citado por Arteaga, Batanero, Contreras, & Cañadas 2016), analizan algunos gráficos desarrollados en proyectos de aula de estadística e identifican que los estudiantes hacen una mala asignación del gráfico con respecto al tipo de variable, en algunos casos, los estudiantes utilizan polígonos de frecuencia para representar variables cualitativas, en otros, utilizan de manera inadecuada diagramas de barras para representar datos bivariantes. En general, se identificó que los estudiantes construyeron gráficos sin sentido, con variables que no presentan ninguna relación estadística entre ellas.

Algunos errores identificados por Lee & Meletiou (2003), provienen de investigar los niveles de comprensión sobre la construcción e interpretación de histogramas, se describen cuatro

dificultades de los estudiantes para construir, interpretar y aplicar histogramas en diferentes contextos de la vida real, tales como:

- Perciben los histogramas como una representación de datos sin procesar, es decir cada rectángulo representa observaciones individuales en lugar datos agrupados.
- Interpretan los histogramas como diagramas de dispersión de dos variables.
- Tienden a mirar los ejes verticales y comparar las diferencias en las alturas de los rectángulos al comparar la variación de dos histogramas.
- Tienden a pensar de manera determinista, sin tener en cuenta que los datos representan variables aleatorias que varían dependiendo de la muestra.

Wu (2004) investigó la capacidad que los estudiantes tienen para leer, interpretar, construir y evaluar gráficos estadísticos al mismo tiempo, para esto definió cuatro aspectos: la lectura, la interpretación, la construcción y la evaluación. En particular, algunos errores en la construcción de gráficos que encontró se presentan a continuación:

- Errores en las escalas
- Errores en títulos o etiquetas
- Problemas de proporcionalidad en un pictograma
- Confusión entre gráficos parecidos, pero de naturaleza distinta (por ejemplo, entre histograma y gráfico de barras)
- Confusión entre frecuencia y valor de la variable.

En este mismo sentido, Arteaga, Batanero, Contreras & Cañadas (2016) determinan algunos errores en la construcción de gráficos por parte de futuros profesores; tales como errores en la interpretación de las convenciones de construcción de los gráficos, errores en la interpretación de la finalidad del gráfico, errores de representación de números en la recta real y errores conceptuales, como confusión entre variable continua y discreta, la representación incorrecta de un intervalo numérico.

Algunos errores de carácter técnico los presenta Batanero y Godino (2003, citado por Vega 2013), estos son: omitir la escala en cualquiera de los ejes, horizontal, vertical o en ambos; no definir el origen de coordenadas; no respetar los convenios, como al obtener un diagrama de sectores en los que éstos no son proporcionales a las frecuencias de las categorías; no proporcionar suficientes divisiones en las escalas de los ejes.

2.2.3.3. Construcción de gráficos estadísticos con ayuda de software

En un intento por responder a la necesidad de un aprendizaje significativo de los gráficos estadísticos, Ben-Zvi & Friedlander (1997), incluyeron el uso de la tecnología para la construcción de gráficos. En su trabajo, afirman que cuando los estudiantes usan este tipo de representaciones gráficas ellos pueden realizar modificaciones y transformaciones de la representación para responder y justificar sus preguntas de investigación e interpretarlas, además les permite reflexionar sobre su análisis estadístico e identifican y realizan cambios de escala, orden de variables y títulos, de acuerdo a sus necesidades.

A partir del uso de herramientas computacionales utilizadas para la producción de gráficos por sus alumnos, mientras trabajaron con proyectos de análisis de datos, identificaron cuatro categorías de acuerdo al uso del software en la construcción de gráficos:

Modo 0. Uso acrítico: Los estudiantes construyen gráficos rutinariamente aceptando las opciones por defecto del software, aunque no sean adecuadas.

Modo 1. Uso significativo de una representación: los estudiantes construyen correctamente un gráfico si se les indica cuál ha de utilizar; también lo pueden justificar en base al tipo de datos o al problema planteado. Son capaces de modificar y transformar la gráfica (por ejemplo, cambiar una opción del software) e interpretar los resultados, pero no son capaces de seleccionar la gráfica más adecuada cuando tienen varias para elegir.

Modo 2. Manejo significativo de representaciones múltiples: los estudiantes toman decisiones en la selección de los gráficos más adecuados, toman en consideración cuál es la contribución de éstos a su problema.

Modo 3. Uso creativo: cuando los estudiantes elaboran un gráfico correcto, no habitual, para presentar y justificar sus ideas.

2.2.3.4. Niveles de comprensión de lectura de gráficos

En cuanto a los niveles de comprensión de lectura se destaca Bertin (1967) quien señala que la lectura de un gráfico comienza con una identificación externa de los datos que se están interpretando, a través de la comprensión del significado del título y de las etiquetas; seguido de una identificación interna de las dimensiones de variación del gráfico, que debe entenderse como

las variables representadas y sus escalas. Incluye algunas ideas básicas sobre la correspondencia entre cada dimensión visual y los niveles particulares de cada variable y sus relaciones en la realidad representada.

El autor propone tres niveles de comprensión de lectura:

- La extracción de los datos, que radica en emparejar un elemento de un eje con el de otro
- La identificación de tendencias, tales como reconocer una distribución, la moda de un diagrama de barras, en otras palabras, la identificación de relaciones existentes entre dos subconjuntos de datos dispuestos gráficamente
- El análisis de las estructuras de los datos, donde se comparan las tendencias explícitas en un gráfico que permiten elaborar conjeturas generales contextualizadas en el conjunto de datos

De acuerdo con Curcio (1989, citado en Estrella & Olfos 2012) la taxonomía de comprensión de las gráficas, se constituye como parte del proceso de pensamiento estadístico, inicialmente presenta tres niveles de lectura y posteriormente introduce una cuarta clasificación.

1. Leer datos: este nivel de comprensión se refiere a la lectura literal del gráfico lo cual indica que los estudiantes no presentan ningún grado de interpretación de la información contenida en el mismo.

2. Leer entre los datos: en este nivel se incluye la interpretación e integración de los datos en el gráfico, se identifican las relaciones existentes entre las cantidades, se aplican procedimientos simples a los datos para entender las relaciones matemáticas contenidas en él.

3. Leer más allá de los datos: requiere que el estudiante realice predicciones e inferencias a partir de los datos sobre la información que se encuentra implícitamente en el gráfico, para ello se requiere conocer el contexto en que los datos fueron tomados.

4. Leer detrás de los datos: este nivel amplía los niveles anteriores, al presentar el análisis gráfico desde una perspectiva crítica del manejo de la información. Aquí el estudiante relaciona la información que presenta el gráfico con el contexto de los datos, logrando así valorar críticamente el método de recolección de los datos, su validez y fiabilidad; es así que las conclusiones se presentan en términos de reconocer los fenómenos sociales que están presentes detrás de las mismas estadísticas.

Posteriormente, se establecen siete niveles de comprensión para la lectura de tablas y gráficos estadísticos con respecto a las competencias de los estudiantes de acuerdo con Gerber, Boulton-Lewis, & Bruce, (1995).

Nivel 1. Los estudiantes identifican los datos como una respuesta de alguna característica y no se centran en los datos como un conjunto.

Niveles 2 y 3. En estos niveles los estudiantes dirigen el interés en la representación gráfica o tabular de los datos, pero lo hacen de forma incompleta. En el nivel dos solo explican aspectos generales del gráfico, tales como las barras o intervalos de mayor o menor frecuencia, mientras que en el nivel tres los estudiantes analizan cada uno de los elementos del gráfico, sin que generen conclusiones globales sobre la misma representación.

Niveles 4, 5 y 6. En estos niveles los estudiantes presentan descripciones generales de las representaciones gráficas, a partir de interpretaciones estáticas de los gráficos. En el nivel cuatro los estudiantes analizan de manera separada las variables presentes en el mismo gráfico. En el nivel 5 se comparan de manera conjunta las variables representadas en el gráfico. Para el nivel 6 los estudiantes hacen uso de los gráficos como sustento a sus ideas, comparando varias variables en el mismo gráfico y obteniendo conclusiones generales respecto a una hipótesis.

Nivel 7. Para este nivel, los estudiantes hacen extrapolaciones y predicciones para otros datos no representados en el gráfico.

Toda vez que los estudiantes alcanzan el nivel superior es posible hacer una clasificación más en función de su capacidad crítica a través de tres subniveles: nivel racional, nivel crítico y nivel hipotético (Aoyama & Stephens 2003).

3. Metodología

En este capítulo se presenta el enfoque metodológico asumido para la investigación, la contextualización y la población, las etapas de la investigación y los instrumento empleados para la recolección de la información.

3.1. Enfoque Metodológico

Para el desarrollo metodológico de la investigación, es pertinente destacar que se ha elaborado mediante el paradigma cualitativo. De acuerdo con Nieto (2012) este enfoque busca explorar y contextualizar una realidad educativa ya que el investigador puede acercarse a los sujetos observados, en este caso los estudiantes, y de esta forma describir las interacciones que ocurren en el aula de clase. En particular, esta investigación centra su interés en comprender los significados que los estudiantes construyen en su entorno y las experiencias que tienen en éste.

Conviene señalar que, dentro de la propuesta metodológica cualitativa, se prefirió el método interpretativo, debido a que como lo indica Krause (1995, citado en Gallardo, 2017) “...la tarea del investigador científico es estudiar el proceso de interpretación que los actores sociales hacen de su “realidad”, es decir, deberá investigar el modo en que se le asigna significado a las cosas...” (p. 25).

El método interpretativo permite buscar el completo entendimiento de la naturaleza, las circunstancias y las características de la investigación planteada en este documento y, además, presenta una mirada del investigador al acercarse a los sujetos observados en el aula de clase, para describir detalladamente situaciones e interacciones entre los sujetos observados.

La perspectiva interpretativa se caracteriza porque el investigador es observador de un medio de transformación, en particular esta investigación se llevó a cabo por medio de ambientes colaborativos, con un grupo de estudiantes perteneciente a la Universidad Santo Tomás. El principal interés fue poner en práctica la metodología por proyectos en estadística, generando una intervención pedagógica que propició un mejor ambiente educativo y permitiendo reflexionar acerca del proceso de aprendizaje, con el fin de ejercer una acción transformadora en el aula de estadística.

3.2. Contextualización y población

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja, en Boyacá Colombia. La Universidad tiene su sede principal en Bogotá y es reconocida a nivel nacional por tener Acreditación Institucional de alta Calidad Multicampus, la cual se encuentra consignado en el Plan Integral Multicampus (PIM) para el periodo 2016-2027, que orienta a la Institución en su gestión académica y administrativa y tiene entre sus objetivos consolidar el Sistema Institucional de Aseguramiento de la Calidad.

El modelo pedagógico institucional está fundamentado en la tradición pedagógica dominica, la cual se caracteriza por la búsqueda constante de la verdad. La Universidad presenta una estructura dinámica que abarca los procesos de enseñanza aprendizaje, docencia, investigación y proyección social, con el objetivo de ayudar de manera significativa a cerrar las brechas y las asimetrías que han impedido la construcción de una nación democrática, próspera e incluyente.

Para el desarrollo de la investigación se contó con la participación de 18 estudiantes de quinto semestre de la Facultad de Ingeniería Civil, quienes estaban cursando la asignatura Probabilidad y

Estadística, materia orientada por profesores que pertenecen al Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad. Los estudiantes con edades entre los 19 a 24 años, provienen de municipios por lo menos de tres departamentos, Boyacá, Casanare y Santander.

El proyecto en estadística se aplicó en el marco del desarrollo de los contenidos programados en la asignatura Probabilidad y Estadística para el primer periodo académico de 2018. El aula de clase tuvo como objeto la reflexión sobre la dinámica de clase de estadística, teniendo como referente, que tanto el profesor como los estudiantes no habían tenido ninguna experiencia con la metodología por proyectos.

3.3. Etapas de la Investigación

La investigación se centra en analizar el proceso de enseñanza y el proceso de aprendizaje, al poner en práctica la metodología por proyectos en la construcción de tablas y gráficas para el análisis exploratorio de datos, teniendo en cuenta las siguientes etapas:

3.3.1. Etapa de reconocimiento de la problemática.

La primera etapa de la investigación se suscita en el momento que se identifica la problemática al interior de la clase de estadística. La investigación surge como resultado de la reflexión misma de la práctica docente, como profesor de estadística a nivel universitario. Allí se identificaron algunas características de profesores que orientan la clase de estadística: dedican bastante tiempo a enseñar la estadística de forma algorítmica, utilizan textos guía que no trabajan con datos reales y no se da contexto a los temas trabajados en el aula.

Por lo anterior, se propone poner en práctica la metodología por proyectos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística, para promover el razonamiento estadístico en los estudiantes y el uso de la estadística en contextos reales.

3.3.2. Etapa de revisión teórica.

La revisión teórica estuvo centrada alrededor de dos temas: el primero relacionado con la enseñanza de la estadística a través de la metodología por proyectos, cuyos principales representantes son (Batanero, (2001), Batanero & Díaz (2011), Tauber, (2010), Alvarado, Galindo & Retamal (2018), entre otros), el segundo concerniente a la construcción gráficos estadísticos, destacándose los autores Arteaga, (2009) y (2011), Curcio (1987), López (2014), entre otros.

3.3.3. Etapa de planeamiento y diseño de las tareas del proyecto de estadística.

Apoyados en la metodología de estadística por proyectos se elaboró un instrumento, el cual se presenta en el Anexo 1 de esta investigación, con cinco tareas para el desarrollo del proyecto: la preparación de las preguntas de investigación, la organización y representación estadística de un conjunto de datos y la sustentación del informe. El tiempo para abordar cada tarea fue de dos horas para cada una de éstas. Antes de comenzar cada tarea se hizo la sensibilización a los estudiantes, debido a que no habían tenido la oportunidad de trabajar con esta metodología.

3.3.4. Etapa de puesta en práctica del proyecto de estadística.

Poner en práctica la metodología por proyectos puede decirse que resultó la etapa más trascendente en la investigación, pues tanto para el profesor como para los estudiantes fue una experiencia nueva, una forma diferente de trabajar en la clase de estadística. El principal reto para

el profesor fue el inicio de la fase de planteamiento de preguntas, pues no debió perder de vista que era un observador y al mismo tiempo era el orientador en el desarrollo de esta tarea.

Los estudiantes trabajaron en equipos de tres personas y tuvieron que disponerse para comunicar las ideas que habían considerado para trabajar en el proyecto. Todas las actividades desarrolladas fueron registradas en video con el fin de ser analizarlas posteriormente en caso que pudiera olvidarse algún momento importante durante cada fase.

3.3.5. Etapa de análisis de la información y redacción del documento.

El análisis de la información se centró especialmente en la evaluación de los proyectos elaborados por los estudiantes y en la descripción del proceso de enseñanza y de aprendizaje de la construcción de tablas y gráficas en el análisis exploratorio de datos, así como en la caracterización de los elementos estructurales de algunos gráficos incluidos en los informes de los proyectos.

3.4. Instrumentos de recolección de información

En este apartado se mencionan las técnicas de obtención y producción de información de las cuales se dispuso para la recolección de la información, teniendo en cuenta el tema y el contexto de estudio. Concretamente, los instrumentos de recogida de información corresponden esencialmente a documentos que fueron elaborados antes de comenzar el proyecto de estadística con los estudiantes y que posteriormente se hicieron algunos ajustes para mejorarlos. El análisis de éstos instrumentos fue una parte fundamental de recogida de información con el único fin de dar respuesta a los significados que se presentaron en las diferentes fases del proyecto.

Los instrumentos utilizados para abordar cada una de las fases del proyecto de estadística fueron los siguientes:

- Instrumento de Tareas orientadoras para el desarrollo de un proyecto de estadística.
- Instrumento de Descriptores de evaluación del proyecto.
- Informe escrito presentado por los estudiantes como resultado del desarrollo del proyecto.
- Presentación y sustentación oral del informe escrito.
- Instrumento para el análisis de los elementos estructurales de las gráficas.

4. Trabajo de campo

En este apartado se muestran y describen las actividades del proyecto generado por los estudiantes, en el cual se trabajaron algunos temas de estadística descriptiva, en particular la organización y el tratamiento de datos a través de tablas y gráficos, mediante la metodología de estadística por proyectos.

4.1. Fases del proyecto

Antes de comenzar cada una de las actividades se hizo la sensibilización a los estudiantes, debido a que no habían tenido la oportunidad de trabajar con esta metodología. Se hizo énfasis en describir las fases que presenta una investigación estadística: “planteamiento del problema, decisión sobre los datos a recoger, recogida y análisis de datos y obtención de conclusiones sobre el problema planteado”, (Batanero & Diaz, 2011).

4.1.1. Fase de elección del tema del proyecto.

Se conformaron equipos de trabajo de tres personas, a quienes se les propuso que pensarán en un tema de interés para luego ser socializado con los demás compañeros en la siguiente clase, donde el docente titular de la asignatura y otro docente del área de estadística serían los pares evaluadores. Para orientar a los estudiantes en la primera fase del proyecto, se asignaron las siguientes tareas consignadas en la tabla 1.

Tabla 1
Tareas Fase 1

Fase	Elección del tema
Tareas	Escriba el tema de investigación
	Escriba una descripción breve del problema
	Escriba la pregunta de investigación para el tema elegido
	Escriba los objetivos, general y específicos de la investigación

Fuente: Autor (2019)

Al comenzar la clase se indicó a los estudiantes que cada grupo debía hacer la socialización de la problemática de investigación. Cada grupo tuvo alrededor de cinco minutos para exponer el problema de investigación y justificarlo de forma verbal. Se les planteó que se elegirían dos proyectos, que a criterio de los pares evaluadores fueran los más viables y pertinentes, para luego someterlos a votación por todos los participantes y posteriormente dejar un solo tema de investigación.

Sin embargo, al evaluar las temáticas se encontraron coincidencias parciales en la intención de indagar en cinco de las seis propuestas. En general, los grupos mostraron interés por dar repuesta a cuáles son los hábitos alimenticios que tienen los estudiantes, por saber cuáles son los métodos que utilizan para estudiar, algunos indagar acerca del uso de los espacios que ofrece la Universidad para recreación y deporte, otros interesados en conocer los hábitos de sueño y el consumo de bebidas alcohólicas y cigarrillo, y finalmente un grupo propuso un estudio relacionado con el uso de redes sociales por parte de los estudiantes.

Se hizo la evaluación y se les propuso a los estudiantes la unificación de algunas ideas expuestas en un único tema de investigación que abarcara la mayoría de las temáticas. Los estudiantes estuvieron de acuerdo y se llegó a un consenso donde el tema de investigación se nombró, Hábitos de los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás de Tunja.

4.1.2. Fase de planteamiento de preguntas.

Una vez elegido el tema de investigación, se asignaron las tareas para orientar la segunda fase cuyo objetivo es la formulación de preguntas que darán respuesta a los objetivos planteados consignados en la tabla 2.

Tabla 2
Tareas Fase 2

Fase	Planteamiento de preguntas. Discuta con sus compañeros de equipo acerca de
	Escriba la población objetivo. ¿Qué tipo de muestreo utilizaría para obtener una muestra representativa?
	¿Qué método de recolección utilizaría para la recolección de los datos? (Entrevista personal, entrevista por teléfono, observación directa)
Tareas	¿Cuáles características se deberían considerar para el desarrollo del estudio?
	Haga una lista de las características que desean investigar.
	Formule una pregunta para cada una de las características que desean investigar.
	Escriba las posibles respuestas que obtendrían al formular cada pregunta.

Fuente: Autor (2019)

Tal y como lo indica la metodología de estadística por proyectos, esta fue la fase más difícil de abordar y orientar, porque los estudiantes presentaron dificultades al comunicar las ideas de lo que querían investigar. No obstante, ellos estuvieron bastante motivados en convertirse en verdaderos investigadores y parecía que por primera vez veían en la estadística una oportunidad para tratar de responder algunas preguntas concretas acerca de un tema específico, en particular lo relacionado con los hábitos que tienen algunos estudiantes.

En ese mismo sentido, para el docente era la primera vez que ponía en práctica esta metodología para trabajar el análisis exploratorio de datos en la estadística descriptiva y el reto fue el de tratar de encaminar y orientar de la mejor forma a los estudiantes para que concretaran lo que deseaban investigar, en este caso faltó un poco de experiencia para desempeñar una mejor asesoría.

La actividad tuvo lugar en el aula de clase, los estudiantes se mostraron bastante motivados para responder a los ítems de la tarea 2, pasados treinta minutos cada grupo completó la tarea y la dinámica utilizada para definir las características que deseaban investigar fue escribirlas a manera de resumen en un cuadro en el tablero. En la medida que cada grupo fue leyendo las características el profesor hizo el registro en el tablero, se presentaron algunas dificultades para definir adecuadamente las características, no sabían cómo formular la pregunta para obtener la información, en algunos casos no podían responder cuáles serían las posibles respuestas que obtendrían al formular la pregunta.

Todos los grupos presentaron dificultad para definir de forma clara el método que utilizarían para la recolección de los datos. De igual forma, no supieron definir la población objetivo y el tipo de muestreo que utilizarían para obtener una muestra representativa. En este punto, el docente intervino para aclarar ese tipo de preguntas que les surgieron a los estudiantes y finalmente se decidió que el método de recolección sería a través de una entrevista personal, la población objetivo sería la Facultad de Ingeniería Civil.

4.1.3. Fase de recolección de datos.

En la tabla 3 se muestran las tareas para esta fase

Tabla 3
Tareas Fase 3

Fase	Recolección de datos
Tareas	Diseñe un cuestionario con las preguntas hechas en la fase anterior Aplique el cuestionario de acuerdo con el método de recolección elegido

Fuente: Autor (2019)

Para el desarrollo de esta fase, se capacitó previamente a los estudiantes en el aula de clase acerca de las características que debe tener un entrevistador en los diferentes métodos de recolección, en particular en la entrevista personal. Adicionalmente, se les indicaron las características que debe tener un cuestionario con respecto al ordenamiento de las preguntas, las ventajas y desventajas de las preguntas abiertas y cerradas, los diferentes tipos de respuesta y la redacción de las mismas.

El profesor seleccionó una muestra aleatoria de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil, inscritos en el periodo académico 2018-I de la Universidad Santo Tomás de Tunja, la información se obtuvo a través de la Oficina de Registro y Control. Utilizando un muestreo aleatorio simple, el tamaño de la muestra fue de 181 estudiantes, de los cuales 103 fueron de género masculino y 78 femenino.

Con el fin de agilizar el proceso de recolección de la información, se diseñó un único formulario de encuesta sobre el estudio, al cual se le dio el nombre de, Hábitos en los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil, a través de la herramienta Formularios de Google. El profesor asignó por igual a cada grupo, los estudiantes que fueron seleccionados en la muestra, para que llevaran a cabo las entrevistas de manera personal y la información obtenida se digitara directamente en el formulario de Google.

Para saber cómo salían los datos en Excel desde la herramienta Formularios de Google, se hizo una prueba piloto, donde cada estudiante que participó en el proyecto respondió las preguntas del formulario. De esta manera, se pudo establecer la forma como aparecían los datos en Excel, luego se hicieron los ajustes y finalmente el instrumento quedó calibrado.

4.1.4. Fase de organización, análisis e interpretación de resultados.

Luego de haber recolectado la información, se envió a cada grupo la base de datos para que fuera analizada. Se asignaron las tareas para la fase 4 que se relacionan en la tabla 4. Esta fase se logró completar en horas adicionales a la clase, en el espacio de tutorías.

Tabla 4
Tareas Fase 4

Fase	Organización, análisis e interpretación de resultados
Tareas	Discutan con sus compañeros cómo organizarían el conjunto de datos
	Identifique y clasifique los tipos de variables incluidas en la investigación
	Organice de manera creativa el conjunto de datos por medio de tablas y gráficas

Fuente: Autor (2019)

Para esta tarea se dio un tiempo de dos semanas con la posibilidad de asistir a dos sesiones de asesoría, es decir, se utilizó el espacio de tutoría que tiene la asignatura Probabilidad y Estadística, que corresponde a dos horas semanales.

Además, en el momento de asignar la cuarta tarea se hizo la inducción al manejo de Minitab y Excel, donde se exploraron las principales herramientas de estos dos programas que les permitiría organizar la base de datos y posteriormente generar los gráficos de acuerdo al criterio que cada grupo consideró conveniente.

4.1.5. Fase de elaboración del informe.

Para la elaboración del informe escrito se dieron las indicaciones consignadas en la tabla 5. Cada grupo tuvo la opción de elegir el procesador de texto para elaborar el informe, así como el programa para hacer la exposición y sustentación del mismo.

Tabla 5

Tareas Fase 5

Fase	Elaboración del informe
	Elabore un informe escrito que incluya: descripción del problema, objetivos, el análisis de resultados, limitaciones en el proyecto y conclusiones.
Tareas	Exponga de manera crítica la solución del problema de investigación argumentándolo desde el punto de vista estadístico. Prepare la sustentación del proyecto de investigación utilizando un recurso audio visual.

Fuente: Autor (2019)

Los estudiantes prepararon una presentación con diapositivas en PowerPoint y durante 20 minutos cada grupo sustentó y argumentó estadísticamente, los resultados obtenidos en la investigación a través del proyecto.

4.2. Objetivos estadísticos del proyecto

En este proyecto se busca que los estudiantes hagan un análisis exploratorio de los datos, a través de las variables que se incluyen en el proyecto denominado, Hábitos de los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás de Tunja.

Los objetivos estadísticos del proyecto son:

- Elaborar una tabla de frecuencias a partir de un conjunto de datos.
- Organizar los datos cualitativos en una gráfica de barras o de pastel.
- Organizar los datos cuantitativos en una distribución de frecuencias.
- Representar una distribución de frecuencias por medio de histogramas o polígonos de frecuencia.

- Desarrollar la capacidad investigativa de los estudiantes por medio del análisis exploratorio de datos.
- Obtener conclusiones basadas en el análisis descriptivo de un conjunto de datos.

5. Análisis de resultados

En este capítulo se hace la descripción y análisis de resultados obtenidos al poner en práctica la metodología por proyectos para trabajar el análisis exploratorio de datos, en particular los proyectos elaborados acerca de los hábitos que tienen los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás en Tunja.

En la primera parte, se realiza un análisis del proceso de enseñanza y del proceso de aprendizaje durante la implementación de la metodología ya mencionada. Para esto, las unidades de análisis corresponden a la evaluación del proyecto, el rol del profesor y el rol de los estudiantes. En la segunda parte, se hizo el análisis de los elementos estructurales de los gráficos más representativos que elaboraron los estudiantes a través del desarrollo del proyecto.

5.1. Análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje

En el desarrollo de esta investigación se tuvo en cuenta el análisis de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, por medio de la metodología por proyectos; en particular, la construcción de tablas y gráficos en el análisis exploratorio de datos. Para esto, se consideraron tres aspectos a saber: la evaluación del proyecto de estadística elaborado por los estudiantes, el rol del profesor y finalmente, el rol de los estudiantes.

5.1.1. Evaluación del proyecto.

Para la evaluación del proyecto se diseñó un instrumento que incluye los descriptores de las componentes sugeridas por Batanero & Diaz, 2011. En la tabla 6 están los descriptores para las fases 1 a la 4 y en la tabla 7 están los de la fase 5.

Tabla 6
Descriptores de Evaluación del Proyecto Fases 1 a 4

Fase del proyecto	Componentes	Descriptores
Fase 1	Pregunta de interés	P1. Plantea y expone el tema de interés para desarrollar la investigación P2. Formula el problema de investigación a partir del tema de interés P3. Redacta la pregunta de investigación P4. Define los objetivos general y específicos de la investigación P5. Existe coherencia entre la pregunta de investigación y los objetivos definidos
Fase 2 Fase 3	Diseño de la investigación	D1. Identifica la población objeto de estudio D2. Define la técnica de recolección de los datos D3. Define las variables que permitirán dar solución al problema D4. Registra la información a través del instrumento de recolección
Fase 4	Análisis de datos	A1. Depura y codifica la base de datos A2. Organiza los datos a través de tablas de frecuencias simples y cruzadas A3. Construye gráficas de acuerdo con los tipos de variables A4. Analiza las tablas y gráficas conforme a la pregunta de investigación

Fuente: Autor (2019)

Tabla 7
Descriptores de Evaluación del Proyecto Fase 5

Fase del proyecto	Componentes	Descriptores
Fase 5	Conclusiones	C1. Las conclusiones son consistentes con el análisis de los datos C2. Las conclusiones dan respuesta a los objetivos propuestos C3. Interpreta críticamente la información estadística
		R1. Incluye en el informe algunas limitaciones en el desarrollo del proyecto R2. Hace sugerencias para mejorar el diseño y/o análisis de la información
		CR1. Elabora gráficas creativas para representar algunas variables objeto del estudio
	Creatividad y originalidad	CR2. Los resultados se presentan de manera original, producto del trabajo en equipo.
		PR1. El informe se presenta organizado por secciones y la redacción escrita es pertinente
		PR2. Hace uso de recursos informáticos para la presentación del proyecto PR3. Maneja un lenguaje estadístico adecuado en la sustentación del proyecto

Fuente: Autor (2019)

Alvarado, Galindo & Retamal (2018), presentan cuatro niveles de evaluación de los descriptores de la estadística descriptiva, en un estudio acerca de la evaluación del aprendizaje de la estadística con estudiantes de ingeniería. Estos niveles se adoptaron literalmente y se tuvieron en cuenta para la evaluación de los descriptores propuestos en las tablas 6 y 7.

Tabla 8
Niveles para Evaluar Descriptores de Estadística Descriptiva

Nivel 0	No se observa el descriptor en el proyecto. Se deja la respuesta en blanco, no se aplica en el análisis del proyecto.
Nivel 1	Nivel elemental. El estudiante copia literalmente el descriptor sin indicar cómo lo aplica. Reconoce su presencia, pero no especifica en qué modo se emplea dicho descriptor.
Nivel 2	Nivel intermedio. Aplica y hace referencia al descriptor, pero sin centrarse en el contenido estadístico.
Nivel 3	Nivel avanzado. Aplica el descriptor a contenidos estadísticos, referenciando diversos tipos de lenguaje estadístico y capacidad de análisis de información.

Fuente: Alvarado, Galindo & Retamal (2018)

Antes de presentar el análisis de los resultados relacionados con la evaluación de los proyectos es importante mencionar una vez más que se diseñó un instrumento denominado Tareas que orientan las fases del proyecto, el cual puede verse en el Anexo I. A través de ese instrumento se orientaron las tareas que los estudiantes debieron hacer en cada una de las cinco fases que tuvo el proyecto de acuerdo a la metodología por proyectos explicados con más detalle en el Capítulo 4.

Además, se diseñó otro instrumento con los descriptores de las componentes sugeridas en la metodología proyectos para cada una de las cinco fases del proyecto contenidos en las tablas 6 y 7, y finalmente, se adoptaron los niveles para evaluar los descriptores de la estadística descriptiva incluidos en la tabla 8.

A continuación, se presenta el análisis de la evaluación de componentes acorde con los niveles mencionados, en cada proyecto. Para facilitar el análisis de los resultados, los grupos se denominaron como G1, G2, G3, G4, G5 y G6. Los grupos de trabajos estuvieron conformados por tres estudiantes cada uno y todos participaron durante el desarrollo del proyecto. En las siguientes tablas se presenta el desempeño global de los seis grupos, representado en porcentajes, para cada componente.

5.1.1.1. *Análisis de la componente pregunta de interés.*

Cuando se realiza un trabajo utilizando la metodología por proyectos, los estudiantes se deben enfrentar a preguntas como: ¿Cuál es el problema?, ¿Qué variables dan solución al problema? ¿Qué datos necesito? Las respuestas a estas preguntas son posibles cuando el estudiante tiene la habilidad de aplicar conocimientos técnicos y estratégicos, el dominio de este último conocimiento para saber cuándo usar un concepto o un gráfico, es bastante difícil y en ocasiones no se le presta mucha atención, Anasagasti & Berciano, (2016).

Para la evaluación de la componente *Pregunta de interés*, se redactaron cinco descriptores. Éstos describen la forma como los estudiantes plantean y exponen los temas de interés para desarrollar la investigación, la formulación del problema de investigación, la redacción de la pregunta de investigación y la definición de los objetivos de la misma.

Tabla 9
Porcentaje de la Componente Pregunta de Interés

Descriptor	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
P1	0%	17%	66%	17%
P2	17%	33%	50%	0%
P3	0%	50%	50%	0%
P4	0%	17%	66%	17%
P5	0%	17%	83%	0%

Fuente: Autor (2019)

Los descriptores P1 y P2 se evaluaron teniendo en cuenta la socialización que cada grupo hizo acerca del tema de investigación de su interés, tal y como se explicó en el apartado 4.2.1 Fase de elección del tema del proyecto. Los descriptores P3, P4 y P5 se evaluaron teniendo como tema de

investigación para todos los grupos, Hábitos de los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás de Tunja.

La tabla 9 muestra que para el descriptor P1, uno de los seis grupos tuvo un desempeño en nivel 3, en este caso el grupo G3, quienes expusieron y argumentaron como tema de investigación el impacto que tiene las redes sociales en el desempeño académico de los estudiantes. El 66% de los grupos tuvo un desempeño en el nivel 2, es decir que hicieron una exposición del tema de interés sin tener claro la forma como utilizarían la estadística para resolver el problema. Por último, uno de los seis grupos expuso la idea de investigación sin mucho argumento.

Todos los temas expuestos estuvieron relacionados con situaciones del entorno escolar universitario. El grupo G1 y G2 expusieron temas relacionado con *la vida saludable y hábitos saludables*, manifestaron interés por responder si los estudiantes de Ingeniería Civil llevan una vida saludable, como aspectos particulares a incluir en el estudio nombraron: alimentación, actividad física, hábitos tóxicos, equilibrio mental, entre otros; las características a tener en cuenta: edad, género y lugar de residencia.

El grupo G4 propuso un estudio para indagar acerca del consumo de alcohol y tabaco en estudiantes de la Universidad, con el fin de hacer prevención y exponer los efectos a corto y largo plazo que tiene en la salud de las personas. El grupo G5 planteó un estudio para optimizar el uso de los espacios académicos y recreativos que ofrece la Universidad, a través de este estudio se pretendía calcular la frecuencia del uso de estos espacios al interior del Campus Universitario. El grupo G6, aunque no tenía claridad cómo haría el estudio hizo una propuesta con el fin de fomentar

el deporte como una alternativa para minimizar el estrés en los estudiantes en el transcurso del semestre.

En ese sentido, cuando se permite que los estudiantes trabajen en temas vinculados con sus intereses y en su contexto, se promueve el gusto por aprender, ya que ellos se apropian de los temas elegidos, haciendo que tenga sentido y significado para su vida, (García et al, 2009). La principal dificultad observada en los grupos fue la de proponer un tema particular en lugar de uno general. Por esta razón, el docente debió intervenir en varias oportunidades para orientar y ayudar a los estudiantes a delimitar el tema.

Al evaluar el descriptor P3 referente a la redacción de la pregunta de investigación la mitad de los grupos se clasificaron en nivel 1 y la otra mitad en nivel 2 de desempeño. Del mismo modo, para el descriptor P4 relacionado con la redacción de los objetivos de la investigación, un grupo se clasificó en nivel 1, otro grupo en el nivel 3 y los otros cuatro grupos que representan el 66% se clasificaron en nivel 2. Por último, el descriptor P5 concerniente a la coherencia entre la pregunta de investigación y los objetivos, un grupo se clasificó en nivel 1 y los cinco restantes en nivel 2.

5.1.1.2. Análisis de la componente diseño de la investigación.

La población y la muestra son dos conceptos con alto grado de dificultad para asimilar por parte de los estudiantes, en especial la implicación que tiene sobre los resultados y su interpretación (Azcarate, 2015). La recolección de la información requiere de planificación y división de trabajo de campo, el cual debe ser monitoreado por el profesor para garantizar la participación de todos los estudiantes involucrados, de modo que tengan una carga de trabajo y responsabilidad similares (Gil, 2010).

Algunas veces los datos son recolectados por los estudiantes a través de una encuesta o por medio de un experimento. La encuesta necesita la preparación de un cuestionario, en los que se fijan los objetivos del mismo, se eligen las variables y se redactan las preguntas que permitirán la recolección de la información deseada. Adicionalmente, si se pretenden hacer inferencias acerca de la población objetivo, la obtención de una muestra representativa trae consigo problemas de tipo teórico y práctico, afines con el marco de muestreo, los métodos de selección y los problemas de no respuesta (Batanero & Diaz, 2011).

Con relación al diseño del cuestionario, los estudiantes tuvieron en cuenta las indicaciones dadas por el profesor tal y como se registró en el apartado 4.2.3 fase de recolección de datos. Se discutió con respecto a la redacción y orden de las preguntas y la conveniencia de incluir preguntas abiertas y cerradas. El grupo en consenso tomó la determinación de incorporar únicamente preguntas cerradas para facilitar el proceso de análisis de la información.

Para la evaluación de la componente *Diseño de la investigación*, se redactaron cuatro descriptores que detallan si los estudiantes identifican la población objeto de estudio, la técnica de recolección de los datos, la definición de las variables y el registro de la información.

Tabla 10
Porcentaje de la Componente Diseño de la Investigación

Descriptor	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
D1	0%	0%	0%	100%
D2	0%	0%	83%	17%
D3	0%	17%	66%	17%
D4	0%	0%	34%	66%

Fuente: Autor (2019)

Para el descriptor D1, todos los grupos se clasificaron en el nivel 3, es decir que la identificación de la población objeto de estudio estuvo clara para todos los participantes del proyecto. Con respecto al descriptor D2, el 83% de los grupos se clasificó en nivel 2 y el 17% en el nivel 3, este porcentaje representado por el grupo G4, quienes además de identificar la técnica de recolección de la información propusieron hacer uso de la herramienta formularios de Google, para elaborar el cuestionario y que la información recolectada generara un solo archivo con toda la información.

La elaboración del cuestionario se llevó a cabo con la participación de todos los grupos. De acuerdo con la participación de cada grupo se evaluó el descriptor D3, allí cada grupo definió las variables que consideraron podría dar solución al problema planteado. El grupo G2 se clasificó en nivel 1, los grupos G3, G4, G5 y G6 se clasificaron en nivel 2, y en el nivel 3 se clasificó el grupo G1.

Por último, el descriptor D4 se evaluó teniendo en cuenta el límite de tiempo establecido para la recolección de la información y la calidad de la información registrada, es decir la responsabilidad que cada grupo tuvo al recolectar la información. En este descriptor los grupos G1 y G3 se clasificaron en el nivel 3 y los demás en el nivel 2 debido a que al revisar la información recolectada se evidenciaron algunos errores en la digitación y en algunos casos ausencia de la información.

5.1.1.3. *Análisis de la componente análisis de datos.*

De acuerdo con Batanero & Diaz (2011), capacitar al estudiante para recoger, organizar, depurar, representar y analizar sistemas de datos sencillos, debe ser un objetivo en un curso de estadística, de manera que ellos tengan la posibilidad de ver que la construcción de un sistema de datos propio y analizarlo, no es lo mismo que resolver un problema de cálculo rutinario extraído de un libro.

Cuando los estudiantes buscan la información por sí mismos, estarán frente un sistema de datos real, en ese momento aprenderán a valorar más el trabajo de quienes realizan esta actividad. Además, al comprender la importancia de trabajar con datos confiables se mostrarán más dispuestos a suministrar información cuando se les solicite colaboración en censos o encuestas.

Tabla 11
Porcentaje de la Componente Análisis de Datos

Descriptor	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
A1	17%	50%	33%	0%
A2	0%	83%	17%	0%
A3	0%	33%	50%	17%
A4	17%	0%	83%	0%

Fuente: Autor (2019)

Para el descriptor A1 relacionado con la depuración y codificación de la base de datos se encontró que el grupo G6 no tuvo en cuenta que antes de comenzar a construir los gráficos se debía revisar la base de datos para detectar algunos errores en la digitación, el informe presentado no evidenció la depuración ni codificación. El 50% de los grupos, representados por G1, G3 y G4, fueron evaluados en nivel 1 porque clasificaron las variables en cuantitativas y cualitativas antes de comenzar a realizar las gráficas, pero no identificaron algunos valores con errores de digitación

y aun así los tuvieron en cuenta al realizar el análisis. Finalmente, el grupo G2 se clasifica en nivel 2 porque además de clasificar las variables en cualitativas y cuantitativas identifica posibles errores de digitación y lo expresa en el informe, pero no corrigen estos valores.

Para el descriptor A2 se encontró que solo el grupo G5 incluyó en el informe, tablas de frecuencia simples, por esta razón se clasificó en el nivel 2. Los demás grupos se clasificaron en el nivel 1 debido a que no presentaron tablas en el informe escrito. No obstante, incluyeron histogramas de frecuencias generados a través de Excel, indicando que si se hicieron las tablas para poder generar los gráficos. En otros casos, se incluyeron gráficas bivariadas y gráficas que incluyen hasta tres variables sin que describieran las posibles relaciones existentes entre éstas.

Para el descriptor A3, el 33% se clasificó en nivel 1, 50% en nivel 2 y 17% en nivel 3. Los grupos G5 y G6 en nivel 1, asignaron gráficos a variables que no se representan correctamente, por ejemplo, a una variable cuantitativa discreta se le asignó un gráfico para una serie de tiempo, ver anexo 4. Los grupos G1, G3 y G4 clasificados en nivel 2 tendieron a realizar gráficos de barras, de sectores circulares y gráficas bivariadas a través de Minitab, donde no se necesita hacer una tabla previa, ver Anexo 5. Y el grupo G2 que tiene gran variedad de gráficas, procuraron no repetir los gráficos.

Para el descriptor A4 relacionado con el análisis de las tablas y gráficas conforme a la pregunta de investigación se clasificó el grupo G6 en nivel 0, pues no hicieron la descripción de las gráficas. Los demás grupos se clasificaron en nivel 2, pues en muchos casos la descripción se da en términos de porcentajes o frecuencias relativas y absolutas, pero sin tratar de dar respuesta a la pregunta de investigación.

5.1.1.4. *Análisis de la componente conclusiones.*

La comprensión e interpretación de la información estadística, necesita del conocimiento matemático y estadístico; además, se requieren habilidades lingüísticas, conocimiento del contexto, capacidad para proponer preguntas y asumir una postura crítica frente a la información, (Murray & Gal, 2002). En ese mismo sentido, Nolan & Speed, (1999) subrayan la importancia de desarrollar la capacidad en el discurso de los estudiantes, como medio para aumentar las habilidades del pensamiento crítico.

Tabla 12
Porcentaje de la Componente Conclusiones

Descriptor	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
C1	0%	17%	83%	0%
C2	0%	34%	66%	0%
C3	0%	17%	66%	17%

Fuente: Autor (2019)

Con respecto al descriptor C1, el 83% de los grupos presentaron un nivel 2 de desempeño, relacionado con las conclusiones descritas en el informe y la sustentación del proyecto. En general, las conclusiones fueron consistentes con el análisis exploratorio de los datos. Los grupos G4 y G5 incluyeron conclusiones cortas, con relación a las variables indagadas en el estudio, tales como los hábitos alimenticios, hábitos de sueño, hábitos de estudio y consumo de tabaco y alcohol.

Los grupos G1, G2, G3 y G6 hicieron descripciones de las gráficas de manera individual sin establecer relaciones con otras gráficas, ni hacer inferencias que conllevaran a la solución del problema de manera global.

El desempeño para el descriptor C2, fue de 34% en nivel 1 y 66% en nivel 2. Los grupos G1 y G6 incluyen muy pocas conclusiones y éstas no dan respuesta inmediata a los objetivos propuestos, los párrafos escritos como conclusiones corresponde a la descripción de las gráficas sin poner en contexto la variable que representan. Los grupos G2 y G3 se destacan por incluir como conclusión una descripción adecuada de la gráfica sin que se argumente estadísticamente lo encontrado. El grupo G4 escribe a manera de conclusión los hábitos que más afectan a los estudiantes y los discrimina por género.

En general, los grupos incluyen pocas conclusiones en el informe como consecuencia de la poca habilidad para redactar. Sin embargo, en el momento de la sustentación mencionan otras conclusiones que pueden discutir un poco mejor, en éstas se argumenta la relación entre distintas variables, por ejemplo, concluyen que los estudiantes que trabajan son los que dedican más horas a estudiar de manera independiente.

En relación con el desempeño del descriptor C3 que evalúa la interpretación crítica de la información, el 17% de los grupos se ubicó en el nivel 3, el 66% en el nivel 2 y 17% en el nivel 1. Se evidenció en el grupo G4 una actitud crítica frente a la información analizada, los estudiantes que conformaron este grupo mostraron gran capacidad de comunicación oral en la sustentación del proyecto, una de las conclusiones que argumentaron fue:

Los hábitos tóxicos que se evaluaron en este proyecto fueron el consumo de bebidas alcohólicas y consumo de cigarrillos; se resalta el hecho que 83 de cada 103 hombres admiten haber consumido alcohol, mientras que 48 de cada 78 mujeres también lo hace, lo que significa que el 81% de los hombres consumen bebidas alcohólicas y el 61% de las mujeres también.

De igual forma 18 de cada 103 hombres fuma mientras que 8 de cada 78 de las mujeres también fuma, de acuerdo con esto el 17% de los hombres y el 10% de las mujeres también lo hace. Lo cual significa que en la facultad de Ingeniería Civil hay mayor consumo de bebidas alcohólicas que de cigarrillo.

Los grupos G1, G2, G3 y G5 se clasificaron en el nivel 2, presentaron una postura crítica frente a algunos hábitos que tienen los estudiantes de manera general, en particular el grupo G1 escribió y argumentó:

La mayoría de los encuestados residen en la casa de sus padres, lo cual representa un beneficio importante respecto a quienes no tienen esa posibilidad. También se evidencia un alto consumo de alcohol en los jóvenes que es perjudicial para la salud.

5.1.1.5. Análisis de la componente reflexión sobre el proceso.

De acuerdo con Vega (2013), el proceso de seguimiento en la metodología por proyectos es primordial para el adecuado desarrollo del trabajo, se deben respetar las condiciones propias de este tipo de trabajo, los procesos de aprendizaje y facilitar su seguimiento. En este caso, el seguimiento se hizo brindando a los estudiantes el espacio de dos horas tutoría que tiene la asignatura cada semana. A través de éste se logró dar una orientación oportuna a las inquietudes que los estudiantes presentaron.

Tabla 13
Porcentaje de la Componente Reflexión Sobre el Proceso

Descriptor	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
R1	17%	66%	17%	0%
R2	100%	0%	0%	0%

Fuente: Autor (2019)

Con respecto al descriptor R1, acerca de la reflexión sobre las limitaciones en el desarrollo del proceso, los niveles de desempeño fueron: el grupo G6 en nivel 0, pues no lo incluyeron de manera escrita en el informe ni en la sustentación, tampoco asistieron al espacio de asesoría para el proyecto. En nivel 1 se clasificaron el 66% de los grupos, las limitaciones que manifestaron estuvieron relacionadas con la asignación de los gráficos a las variables, esta dificultad se pudo resolver a través de las tutorías. El grupo G5, además de superar la asignación de gráficos, logró resolver la dificultad para organizar el informe escrito.

La evaluación del descriptor R2 relacionado con las sugerencias que hacen los estudiantes para mejorar el diseño y análisis de la información, se clasificaron en nivel 0 todos los grupos, esto se debió a que el tema específico de muestreo y técnicas de recolección de información no está incluido en el syllabus de la asignatura Probabilidad y Estadística. A pesar que el tema no hace parte del contenido de la asignatura, fue necesario disponer de un espacio de la clase para introducirlo y explicar algunas generalidades del mismo, tal y como se expresó en el apartado 5.1.1.2 Análisis de la componente diseño de la investigación.

5.1.1.6. Análisis de la componente creatividad y originalidad.

Algunas veces, los estudiantes deciden justificar y presentar las ideas haciendo uso de métodos poco comunes, pues expresarían de una mejor forma sus pensamientos, en la que no se requiere de una computadora para construir gráficos innovadoras o métodos de análisis particulares, por supuesto que este tipo de comportamiento en los estudiantes no es tan frecuente, (Ben-Zvi & Friedlander, 1997).

Tabla 14
Porcentaje de la Componente Creatividad y Originalidad

Descriptor	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
CR1	17%	33%	50%	0%
CR2	0%	17%	83%	0%

Fuente: Autor (2019)

Para el descriptor CR1 relacionado con la elaboración de gráficas creativas, el desempeño fue 17% en nivel 0, es decir el grupo G6 no incluyó en su informe o sustentación este tipo de gráficos, el 33% en nivel 1 que corresponden a los grupos G3 y G4 y el 50% restante en nivel 2, allí se clasificaron a los grupos G1, G2 y G5. El análisis de estas gráficas creativas se hizo en el apartado 5.2 Caracterización de los elementos estructurales de los gráficos, donde se exponen los resultados del análisis.

El descriptor CR2 evaluó la originalidad con la que se presentó el informe y la sustentación del proyecto, además del trabajo en equipo. El grupo G6 se clasificó en el nivel 1 y los demás grupos en el nivel 2. Cada uno de los grupos presentó el informe escrito de una manera particular, no se encontraron similitudes de forma en los informes, lo que significa que los grupos trabajaron de forma independiente sin compartir con los demás alguna particularidad en ese aspecto.

5.1.1.7. Análisis de la componente presentación de resultados.

Hoy día, los estudiantes tienen la posibilidad de acceder fácilmente a computadoras para llevar a cabo sus proyectos, no solo para hacer el análisis de la información en hojas de cálculo sino también para elaborar sus reportes escritos. En ese sentido, la elaboración de un proyecto es una excusa perfecta para motivar al estudiante en el manejo de herramientas informáticas esenciales, tales como: los procesadores de texto, hojas de cálculo y calculadoras; además, animarlos a escribir

un informe comprensivo y estructurado incorporando la estadística les será de mucha utilidad en su futuro como profesionales, (Batanero & Díaz, 2011).

Tabla 15
Porcentaje de la Componente Presentación de Resultados

Descriptor	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
PR1	0%	50%	17%	33%
PR2	0%	17%	83%	0%
PR3	0%	17%	66%	17%

Fuente: Autor (2019)

Para el descriptor PR1 referente a la organización por secciones del informe y la redacción, el 50% de los grupos tuvo un desempeño en el nivel 1, 17% en nivel 2 y 33% en el nivel 3. En general, los informes no se presentaron siguiendo alguna norma para la presentación de trabajos escritos. La mitad de los trabajos fueron hechos a través de Word y los demás en LaTeX.

A pesar que los estudiantes ya llevan cinco semestres o más en la Universidad, no han adoptado una norma técnica que les permita una mejor presentación de los trabajos escritos. Es preciso anotar que la asistencia a las tutorías les ayudó a algunos grupos a organizar mejor el informe escrito y a eso se debe que los grupos G4 y G5 al final, hayan podido alcanzar un desempeño en el nivel 3.

Para el descriptor PR3 los desempeños estuvieron en gran parte en el nivel 2, representados por el 83% de los grupos y el 17% en el nivel 1. Este descriptor, corresponde al uso de recursos informáticos para la presentación del proyecto. Los recursos informáticos utilizados fueron Word, LaTeX, Excel, PowerPoint, Minitab y algunos sitios Web relacionados con la construcción de gráficas en línea.

Para el descriptor PR3 referente al manejo de un lenguaje estadístico adecuado en la sustentación del proyecto, el 66% de los grupos se clasificó en el nivel 2, mientras que un 17% lo hizo en el nivel 1 y el 17% faltante tuvo un desempeño en el nivel 3. El grupo G6 se limitó a repetir de manera verbal lo que habían escrito en el informe escrito sin agregar comentarios, o ampliar la sustentación, los grupos G1, G2, G3 y G5 utilizaron términos estadísticos a manera de conclusión para describir los hábitos de los estudiantes de Ingeniería Civil y el grupo G4 además de utilizar algunos términos estadísticos hace una ampliación del posible comportamiento de las variables a través de algunas medidas.

5.1.2. Rol del profesor en el desarrollo de un proyecto.

El propósito de este apartado es hacer una descripción detallada acerca del papel del profesor al implementar la metodología de la estadística por proyectos, en particular la que tuvo el profesor en esta investigación.

Por lo que se refiere al rol del profesor, debe subrayarse que es diferente al tradicional, a pesar que los estudiantes tuvieron un gran protagonismo no significa que el docente no haya tenido un rol activo. Por el contrario, su función estuvo todo el tiempo encaminada a ser un orientador del proceso de aprendizaje, siendo flexible y adaptándose a las diferentes situaciones que pudieran presentarse.

Por tratarse de una nueva metodología fue necesario asumir un rol cooperativo con los estudiantes, es decir ser un aprendiz, en lugar de considerarse un experto como en la clase tradicional, para que de manera conjunta se lograra la construcción del conocimiento.

A continuación, se listan algunas situaciones puntuales en las que el docente intervino en su nuevo rol de mediador facilitador.

Ayudar a los estudiantes a concretar el tema de investigación fue una tarea tediosa y lenta. A pesar de que desde el primer momento hubo interés y motivación por parte de los estudiantes para resolver problemas sociales de su entorno, no todos los grupos tuvieron en cuenta las preguntas clave para decidir el tema, por ejemplo: ¿cuál es mi problema?, ¿qué datos necesito?, ¿cómo puedo obtenerlos?, entre otras. En consecuencia, algunos grupos dieron incluso la solución al problema de forma inmediata. Es por esto que el profesor apoyó este proceso ayudando a los estudiantes a delimitar los temas, de modo que resultaran más realistas y susceptibles de ser abordados.

Hacer un seguimiento oportuno fue una tarea que el profesor hizo de manera permanente con el fin de detectar posibles dificultades. De igual forma, para evaluar el progreso y avances del proyecto con la intención de orientarlos por el camino correcto. Por otro lado, se motivó a los estudiantes para que expresaran verbalmente su experiencia a fin de que pudieran recibir una retroalimentación apropiada.

Un reto más que una tarea para un profesor que pone en práctica la metodología por proyectos, es que él está acostumbrado al ritmo de la enseñanza tradicional, en contraste con la lentitud del proceso de reflexión que presentan los estudiantes mientras llevan a cabo el proyecto. Este hecho debió ser entendido y asimilado por el profesor que finalmente comprendió que el aprendizaje significativo no se consigue de manera inmediata, sino que requiere de un proceso complejo y prolongado.

Un propósito que tuvo el profesor fue el de mantener un ambiente de confianza durante el transcurso del proyecto para que se pudiera terminar. Se motivó a los estudiantes para que no tuvieran miedo a equivocarse, debido a que es apenas normal que ocurra dentro de una investigación, en ese caso lo mejor es intentar por diferentes medios.

5.1.3. Rol del estudiante en el desarrollo de un proyecto.

En este apartado se hace una descripción completa acerca del papel que desempeñaron los estudiantes durante el desarrollo del proyecto.

Al poner en práctica la metodología por proyectos, los estudiantes alcanzaron una mayor responsabilidad de su propio aprendizaje, pues aplicaron en proyectos reales los conocimientos y habilidades adquiridas en la clase. De esta manera tuvieron que enfrentarse a resolver situaciones problema de su entorno formuladas por sí mismos, de modo que los llevaron a comprender y aplicar lo aprendido en el aula, como una herramienta para resolver problemas o proponer alternativas de solución.

Por tratarse de una nueva metodología fue necesario asumir un rol cooperativo con los estudiantes, es decir ser un aprendiz, en lugar de considerarse un experto como en la clase tradicional, para que de manera conjunta se lograra la construcción del conocimiento.

A continuación, se registran algunas situaciones específicas en las que los estudiantes fueron protagonistas en su nuevo rol activo de descubridor, integrador y presentador de ideas.

Inicialmente los estudiantes se mostraron muy interesados en hacer un proyecto utilizando la estadística. Enunciaron muchos de temas de interés de mane verbal para trabajar. No obstante, al tener que formular el proyecto de forma escrita se evidenció la dificultad para redactarlo. Algunos manifestaron que estaría mejor si el profesor les asignara un tema para desarrollar el proyecto.

Una característica bien marcada fue que los estudiantes están acostumbrados a que el profesor sea quien les da las indicaciones de lo que deben hacer. No obstante, cuando son ellos quienes deben proponer lo que desean trabajar, algunos no quieren salir de la zona de comodidad en la que se encuentran.

Este fenómeno ocurre no solamente en el de estadística sino también en matemáticas. Al proponerles una nueva forma de trabajar en estadística se mostraron muy receptivos. Empero, cuando llegó el momento de comenzar a proponer ideas y realizar algunas tareas específicas disminuyó considerablemente la motivación. Las fases de elección del tema y formulación de preguntas fueron las más dispendiosas de llevarse a cabo.

El trabajo en equipo fue determinante para que algunos estudiantes se integraran y participaran activamente en el desarrollo de los proyectos. Además, permitió al docente identificar de forma individual y grupal los avances alcanzados, pues fue evidente que algunos estudiantes aprendieron al lado de sus compañeros a través de la comunicación y el diálogo.

Al pasar de un rol pasivo en una clase tradicional al de un rol activo en la metodología por proyectos, los estudiantes tuvieron la responsabilidad de mejorar sus destrezas en la comunicación

oral y escrita, la cual se vio reflejada en la sustentación del proyecto y en redacción misma del informe.

A menudo, los estudiantes deben hacer procedimientos algorítmicos, tablas, y gráficas para dar solución a situaciones problema que el profesor propone de un texto guía. En la metodología por proyectos los estudiantes, además de realizar cálculos matemáticos y elaborar tablas y gráficas, redactaron un informe escrito donde utilizaron esos resultados para poder sustentar sus argumentos.

5.2. Caracterización de los elementos estructurales de los gráficos

Teniendo en cuenta los informes de los proyectos presentados por los estudiantes, se eligieron algunos gráficos para analizar los elementos estructurales incluidos. El análisis se hizo de acuerdo con el tipo de representación gráfica más usada por los estudiantes tales como: diagrama de barras, diagramas circulares, histogramas y algunos pictogramas.

De acuerdo con Friel, Curcio, & Bright, (2001) para que un estudiante haga una interpretación adecuada de un gráfico estadístico, éste debe reconocer los elementos mínimos que un gráfico debe incluir en el momento mismo de su construcción: el título y las etiquetas, el marco del gráfico y los especificadores del gráfico.

Los estudiantes incluyeron en los informes, gráficos elaborados con la ayuda de Excel y Minitab, y algunos gráficos creativos producto de su imaginación fueron hechos a mano. Para el análisis de los elementos estructurales se tuvo en cuenta lo siguiente:

Título y las etiquetas, se revisó en el gráfico, que las palabras del título estuvieran relacionadas con la variable representada y que las etiquetas de los ejes no fueran ambiguas e incluyeran el nombre de la variable y el nombre del rótulo en los ejes, que pueden ser letras, palabras, frases o números.

Marco del gráfico, se inspeccionó si se hizo una adecuada representación de los ejes, es decir se evaluó la estructura de los elementos representados, como los ejes cartesianos para gráficos con marcas de referencia en L o círculos para marcos con coordenadas polares. En la escala de referencia se observó si el gráfico proporciona la información necesaria sobre las unidades de medida de las magnitudes representadas.

Especificadores del gráfico, se observó si la forma de los especificadores fue adecuada para la representación de los datos, en particular para los pictogramas.

Tabla 16

Instrumento para el análisis de los elementos estructurales del gráfico

		Si	No
Título y etiquetas	Título del gráfico	83%	17%
	Etiqueta de los ejes	75%	25%
Marco del gráfico	Representación adecuada de los ejes	91%	9%
	Escala de referencia en los ejes	66%	34%
	Marca de referencia en los ejes	91%	9%
Especificador es del gráfico	Uso adecuado de formas (rectángulos, puntos etc.)	91%	9%

Fuente: Autor (2019)

En la tabla 16 se observa que el 83% de los gráficos analizados incluyen el título, el cual está directamente relacionado con la variable representada. Además, en el 75% de éstos gráficos están

las etiquetas de los ejes con sus respectivos rótulos. El 91% de los gráficos se identifican las variables representadas, debido a una representación adecuada de la misma.

De otra parte, un 66% de los gráficos agregaron la escala de referencia en los ejes y en el 91% de éstos se utilizó una marca de referencia en forma de L o circular. Finalmente, en el 91% de los gráficos se evidenció el uso adecuado de los especificadores del gráfico, en su mayoría rectángulos, círculos y líneas, en los casos de gráficas creativas se incluyeron diversos pictogramas.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de gráficos elaborados de forma correcta e incorrecta, presentados en los informes escritos.

DIAGRAMA DE BARRAS DE GENERO vs CONSUMO DE ALCOHOL vs CONSUMO DE CIGARRILLO

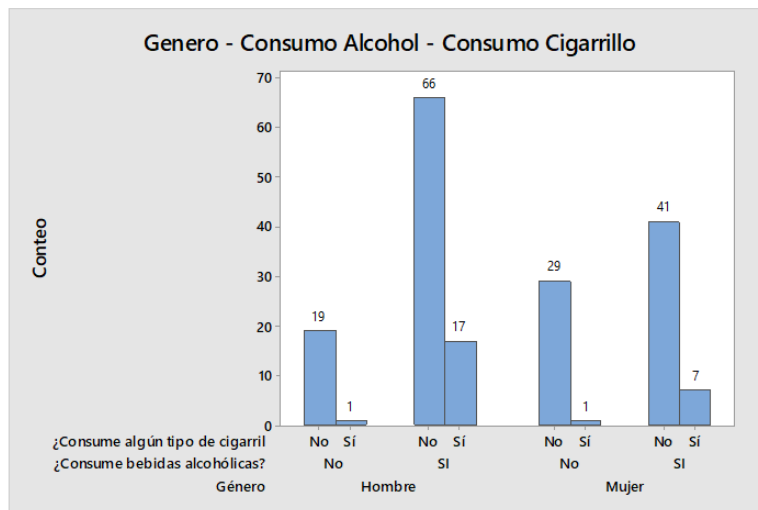


Figura 2 Diagrama de barras adosado (Grupo 1, 2018)

La figura 2 muestra una gráfica de barras adosadas que representa las variables género, consumo de alcohol y el consumo de cigarrillo de los estudiantes de Ingeniería Civil. En general, se puede clasificar como un gráfico elaborado de forma adecuada, pues contiene los elementos estructurales mínimos.

La gráfica tiene dos títulos, uno agregado desde el software Minitab y el otro digitado a través del informe. Las etiquetas tanto del eje horizontal como del vertical están presentes, con sus respectivas categorías. Además, el especificador utilizado es adecuado debido a que utiliza rectángulos para la construcción del diagrama que relaciona tres variables.

Diagrama circular de Actividad física practicada por los estudiantes de Ingeniería Civil



Figura 3 Diagrama circular (Grupo 3, 2018)

A través del proyecto los estudiantes analizaron variables cuantitativas y cualitativas, en la figura 3 se expone la gráfica de la variable *actividad física que practica un estudiante de Ingeniería Civil*. Este grupo elaboró una gráfica adecuada, pues tiene el título correspondiente a la variable representada, las fracciones del diagrama son proporcionales a los valores de los porcentajes. También, incluye rótulos para nombrar las categorías y se diferencian por colores. El especificador elegido para la variable es correcto porque permite representarla de manera proporcional a los porcentajes de cada categoría.

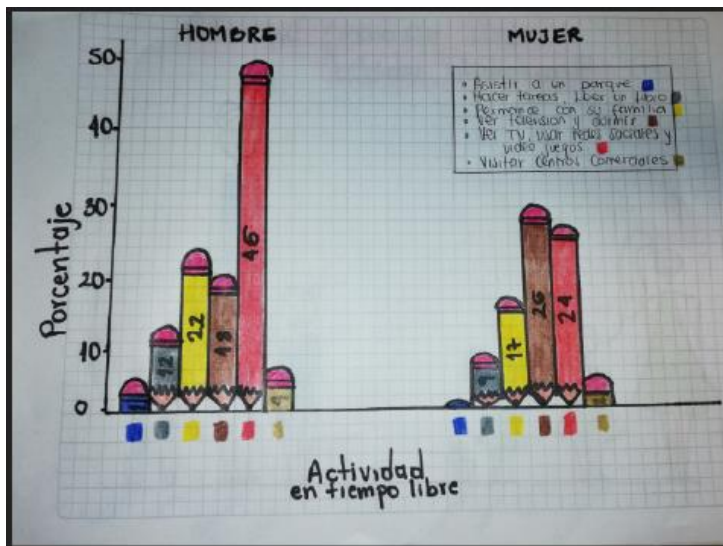


Figura 4 Diagrama de barras adosado (Grupo 4, 2018)

Una de las tareas asignadas dentro del componente de creatividad y originalidad a través del proyecto fue la elaboración de gráficas creativas como la mostrada en la figura 4. La gráfica es parcialmente correcta pues no incluyeron un título particular para este. No obstante, presentan las etiquetas de los ejes y utilizan colores para distinguir las categorías representadas. Los especificadores utilizados son lápices y son proporcionales a los valores de las categorías.

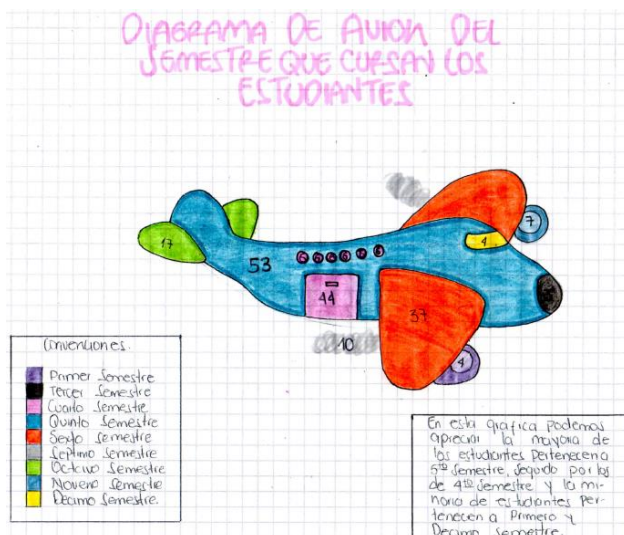


Figura 5 Diagrama de avión (Grupo 5, 2018)

En la figura 5 se muestra un gráfico creativo incorrecto debido a que las partes coloreadas del avión no son proporcionales a los valores de las categorías representadas. Sin embargo, incluyeron un título particular para la gráfica, los rótulos para las categorías y agregan una corta descripción del mismo, la cual es coherente con los valores de la frecuencia absoluta de las categorías mencionadas.

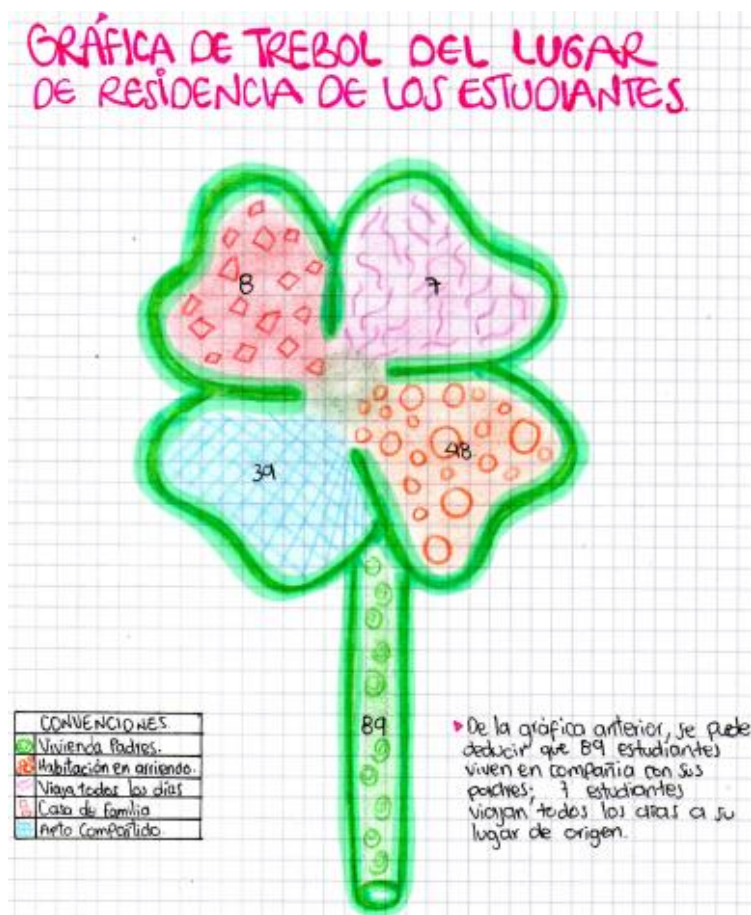


Figura 6 Gráfica de trébol (Grupo 5, 2018)

En la figura 6 se muestra otra gráfica creativa incorrecta del grupo 5. Se puede observar que presenta el mismo error al no tener en cuenta la proporcionalidad en las hojas y el tallo del trébol con respecto a los valores de las categorías representadas.

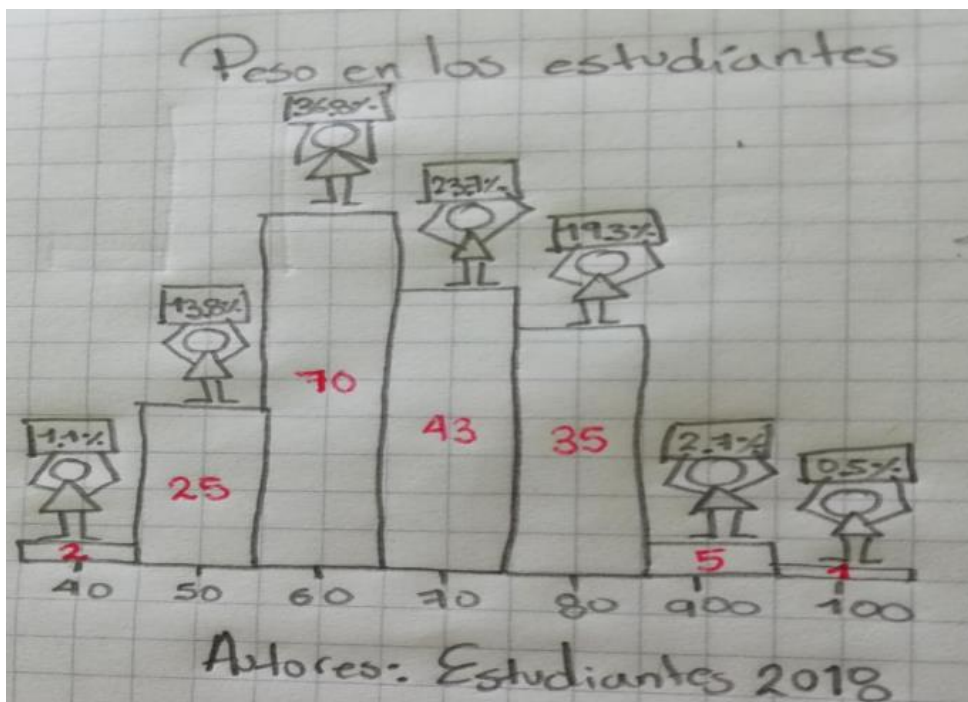


Figura 7 Gráfica creativa sin nombre (Grupo 6, 2018)

En la figura 7 se muestra una gráfica creativa incorrecta, debido a que incluye un título que corresponde al nombre parcial de la variable que está representando en lugar del nombre de la gráfica. Con respecto al marco del gráfico, se omitió el eje vertical y la escala en el eje horizontal no especifican el origen de las coordenadas, los especificadores son rectángulos que no mantienen la proporción con los valores a representar, es decir no se respetó el convenio de proporcionalidad.

Otras gráficas creativas incluidas en los proyectos se muestran en el anexo 6.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

Uno de los aportes de esta investigación fue el diseño de un instrumento que incluye algunas tareas orientadoras para el desarrollo de un proyecto de estadística en cada una de sus fases, acorde al esquema propuesto por Batanero & Díaz (2011), en la metodología por proyectos. Ver instrumento en el Anexo 1.

Otro aporte en la investigación fue el diseño de un instrumento que contiene los descriptores de evaluación para las componentes que integran las fases de un proyecto de estadística, a través de la metodología por proyectos, los niveles de desempeño que evalúan éstos descriptores fueron tomados de una adaptación hecha por Alvarado, Galindo & Retamal (2018). Ver instrumento en el Anexo 2.

Teniendo en cuenta el rol del profesor a través de la metodología por proyectos, se identificaron algunos retos que se deben tener presente para lograr una enseñanza efectiva de los contenidos estadísticos, ser consiente que el razonamiento estadístico es complejo y demanda bastante preparación para saber orientar a los estudiantes, de manera que se requiere el uso de proyectos para el análisis de datos, asimismo, reconocer la necesidad de desarrollar en los estudiantes competencias comunicativas orales y escritas para que logren asumir una postura crítica.

Al implementar la metodología por proyectos para realizar un análisis exploratorio de datos hubo un cambio de actitud por parte de los estudiantes, debido a que se mostraron muy receptivos y dispuestos a participar en todas las actividades, destacándose el trabajo colaborativo y la

proposición de temas de su interés relacionados con problemas del entorno académico, lo que demuestra un cambio significativo en la forma tanto de enseñar como de aprender.

A través del desarrollo de los proyectos fue posible observar el progreso en algunas habilidades lingüísticas en los estudiantes en virtud que demostraron con propiedad la posición crítica para formular preguntas de interés, dar respuesta a las mismas y generar nuevas preguntas, permitiéndoles ver la utilidad de la estadística en la solución de problemas.

Se evidenció el desarrollo del pensamiento estadístico en los estudiantes, pues lograron establecer la relación del papel de la estadística con el por qué y cómo se realiza una investigación, además fueron capaces de comprender y utilizar el contexto de un problema de investigación de su entorno y dar conclusiones eligiendo los métodos que consideraron adecuados en el análisis de datos, tales como la construcción de algunas tablas y gráficas.

Luego de evaluar los proyectos de estadística presentados por los estudiantes de Ingeniería Civil, se encontró que el desempeño de los grupos de trabajo de acuerdo con los niveles de evaluación fue, un 8% se clasificó en el nivel 0, el 25,4% se alcanzó el nivel 1, el 52,9% se ubicó en nivel 2, mientras que el 13,7% se situó en el nivel 3; destacándose que más del 33,4% de los grupos lograron ubicarse en los niveles intermedio y avanzado.

6.2. Recomendaciones

Se sugiere que el profesor que vaya a poner en práctica la estadística por proyectos en el aula de clase, adquiera la habilidad para orientar las fases de elección del tema y planteamiento de preguntas, debido a que el éxito de esta metodología depende mucho de un inicio adecuado del proyecto, para esta actividad en particular podría incluso, solicitar apoyo de otro colega.

Se recomienda a profesores que orientan el área de estadística y trabajen a través de la metodología por proyectos, hacer uso de los instrumentos diseñados en esta investigación en otros temas, debido a que se ajustan a las fases de un proyecto y permiten orientar las tareas y la evaluación de las mismas.

Se hace necesario que el profesor adquiera la habilidad para manejar diversos temas de investigación en los cuales estarán interesados los estudiantes. Por esta razón, se debe tener un conocimiento básico para poder orientar y apoyar los proyectos, lo que implica ampliar sus conocimientos y no quedarse en lo puramente estadístico, es decir, no salir de su zona de confort, en la que se siente mejor.

Para la fase de elaboración del informe se sugiere proponer a los estudiantes otras alternativas para esta tarea, tales como la redacción de un artículo o la grabación de un video, entre otras, de modo puedan fortalecer sus competencias lingüísticas.

Bibliografía

- Alvarado, H., Galindo, M., & Retamal, M. (2018). Evaluación del aprendizaje de la estadística orientada a proyectos en estudiantes de ingeniería. *Educación Matemática*, 30(3), 151-180.
- Anasagasti, J., & Berciano, A. (2016). El aprendizaje de la estadística a través de PBL con futuros profesores de primaria. *Contextos educativos, Extraordinario 1*, 31-43. doi:10.18172/con.2699
- Anderson, C., & Loynes, R. (1987). The teaching of practical statistics.
- Aoyama, k., & Stephens, M. (2003). Graph interpretation aspects of statistical literacy: A Japanese perspective. *Mathematics Education Research Journal*, 15(3), 3-22.
- Aponte, J., González, S., & Rincón, H. (2012). Búsqueda de soluciones a la deserción y la mortalidad en el área de matemáticas en el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 5(1), 65-77.
- Arteaga, P. (2009). *Análisis de gráficos estadísticos elaborados en un proyecto de análisis de datos*. Universidad de Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática. Granada: Grupo de Investigación en Educación Estadística.
- Arteaga, P. (2011). *Evaluación de conocimientos sobre gráficos estadísticos y conocimientos didácticos de futuros profesores*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, Granada.
- Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J., & Cañadas, G. (2016). Evaluación de errores en la construcción de gráficos estadísticos elementales por futuros profesores. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 19(1), 15-40.
- Arteaga, P., Batanero, C., Díaz, C., & Contreras, J. (2009). El lenguaje de los gráficos estadísticos. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*(18), 93-104.
- Azcárate, P. (2013). Los escenarios de aprendizaje. Una estrategia para tratar los conocimientos estocásticos en las aulas. 18.
- Azcárate, P. (2015). Los escenarios de aprendizaje. Una estrategia para tratar los conocimientos estocásticos en las aulas. En C. B. En J. M. Contreras (Ed.), *Segundas Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria*, 2, págs. 69-86. Granada.
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la estadística*. Granada, España: Grupo de Investigación en educación estadística.
- Batanero, C. (2013). Sentido estadístico: Componentes y desarrollo. *Revista de didáctica de la Estadística*, 55-61.
- Batanero, C., & Diaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. (C. Batanero, & C. Diaz, Edits.) Granada: ReproDigital. Facultad de Ciencias.

- Batanero, C., Arteaga, P., & Contreras, J. (2011). El Currículo de Estadística en la Enseñanza Obligatoria. *EM TEIA Revista de Educación Matemática Y Tecnológica Iberoamericana*, 2(2).
- Batanero, C., Gea, M., Arteaga, P., & Contreras, J. (2014). La estadística en la educación obligatoria: Análisis del currículo español. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 14(2), 14.
- Behar, R., & Grima, P. (2015). Estadística: Aprendizaje a largo Plazo. Algunas Reflexiones. En J. M. Contreras, C. Batanero, J. D. Godino, G.R. Cañadas, P. Arteaga, E. Molina, M.M. Gea y M.M. López (Eds.), *Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria*, 2, 37-52.
- Ben-Zvi, D., & Friedlander, A. (1997). Statistical thinking in a technological environment. (J. Garfield, & G. Burrill, Edits.) *Research on the Role of Technology in Teaching and Learning Statistics*, 54-64.
- Bertin, J. (1967). *Semiologie graphique*. Paris: Gauthier- Villars.
- Carmona, D., & Cruz, D. (2016). *Niveles de comprensión de la información contenida en tablas y gráficas estadísticas: un estudio desde la jerarquía de Kazuhiro Aoyama*. Tesis de Maestría, Universidad de Medellín.
- Castellanos, M. (2001). *Tablas y gráficos estadísticos en la prueba Saber Colombia*. Trabajo de Master, Universidad de Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática, Granada.
- Curcio, F. (1989). *Developing graph comprehension*. Reston, VA: N.C.T.M.
- del Pino, G., & Estrella, S. (2012). Educación estadística: relaciones con la matemática. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 49(1), 53-64. doi:10.7764/PEL.49.1.2012.5
- Díaz, D., Aguayo, C., & Cortés, C. (2014). Enseñanza de la estadística mediante proyectos y su relación con teorías de aprendizaje. *Revista Premisa*, 16(62), 16-23.
- Díaz, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2), 1-13.
- Espejo, R. (2016). ¿Pedagogía activa o métodos activos? El caso del aprendizaje activo en la universidad. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 10(1), 16-27.
- Estrella, S., & Olfos, R. (2012). La taxonomía de comprensión grafica de Curcio a través del gráfico de Minard: una clase en séptimo. *Educación Matemática. Grupo Santillana México*, 24(2), 123-133.
- Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *PNAS*, 111(23), 8410-8415.

- Friel, S., Curcio, F., & Bright, G. (2001). Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in mathematics Education*, 32(2), 124-158.
- Gal, I. (2002). Adult's statistical Literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70, 1-25.
- Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación*. Huancayo: Universidad Continental.
- García, G. (2009). Dilemas y tensiones que enmarcan el significado de la competencia matemática. ¿Soluciones de problemas en contextos reales? ¿Soluciones significativas para la vida? ¿Formación para participar activamente en la vida democrática? *Revista Internacional Magisterio Educación y Pedagogía*, 76-82.
- Gerber, R., Boulton-Lewis, G., & Bruce, C. (1995). Children's understanding of graphic representation of quantitative data. *Learning and Instruction*, 5, 70 - 100.
- Gil, A. (2010). La estadística oficial en el aula. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 177-182.
- González, S. (2017). *Organización y tratamiento de datos en la estadística descriptiva a través de una experiencia investigativa en el aula*. Tesis de Maestría, Universidad Santo Tomás Tunja, Tunja.
- Holmes, P. (1997). Assessing project work by external examiners. . En I Gal y J.B: Garfiel (Eds.), *The assesment Challenge in statistics*, 153 - 164.
- Inzunza, S., & Jiménez, J. (2013). Caracterización del razonamiento estadístico de estudiantes universitarios acerca de las pruebas de hipótesis. *Relime. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 16(2), 179 - 211.
- Lee, C., & Meletiou, M. (2003). Some difficulties of learning histograms in introductory statistics. . *Joint Statistical Meetings- Section on Statistical Education*., 2326-2333.
- López, G. (2014). *Una propuesta didáctica para fortalecer las competencias de lectura y construcción de tablas y gráficos estadísticos*. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda.
- MEN. (1990). *Estándares básicos de competencias en Matemáticas*. Ministerio de Educación Nacional. Bogotá: Magisterio.
- Murray, S., & Gal, I. (2002). Preparing for diversity in statistics literacy: Institutional and educational implications. (B. Phillips, Ed.) *ICOTS-6 Papers for school teachers*.
- Nieto M, S. (2012). *Principios, Métodos y Técnicas esenciales para la Investigación Educativa*. Madrid: DYKINSON, S.L.
- Nolan, D., & Speed, T. (1999). Teaching Statistics Theory Through Applications. *The American Statistician*, 370-375.

- Scott et al., F. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Psychological and cognitive sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Shaughnessy, J. (2007). Research on statistics learning and reasoning. (F. Lester, Ed.) *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 957-1010.
- Skovsmose, O. (2000). Escenarios de investigación. *Revista EMA*, 6(1), 3-26.
- Starkings, S. (1997). Assessing students' projects. (I. Gal, & J. Garfield, Edits.) *The assesment challenge in statistics education*, 139-152.
- Tauber, L. (12 de Diciembre de 2010). Análisis de elementos básicos de alfabetización estadística en tareas de interpretación de gráficos y tablas descriptivas. *Ciencias Económicas*, 01(8), 53-74. doi:10.14409/ce.v1i12.1146
- Vega, M. (2013). *El aprendizaje estadístico en la educación secundaria obligatoria a través de una metodología por proyectos. Estudio de caso en una aula inclusiva*. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.
- Watson, J. M. (2006). Statistical literacy at School: Growth and goals. *Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers*, 247-274.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (Diciembre de 1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-248. doi:10.2307/1403699
- Wu, Y. (2004). Singapore secondary school students' understanding of statistical graphs. *In 10th International Congress on Mathematics Education. Copenhagen, Denmark*, 1-7.
- Zapata, L. (2010). Un recorrido por los orígenes de la educación estadística y perspectivas futuras. *Encuentro Colombiano de Matemática Educativa. 11*, págs. 5 - 12. Medellín: Universidad de Antioquia.

Anexos

Anexo 1

Tareas orientadoras para el desarrollo de un proyecto de estadística

Fase 1	Elección del tema
Tareas	Escriba el tema de investigación
	Escriba una descripción breve del problema
	Escriba la pregunta de investigación para el tema elegido
	Escriba los objetivos, general y específicos de la investigación
Fase 2	Planteamiento de preguntas. Discuta con sus compañeros de equipo acerca de
Tareas	Escriba la población objetivo. ¿Qué tipo de muestreo utilizaría para obtener una muestra representativa?
	¿Qué método de recolección utilizaría para la recolección de los datos? (Entrevista personal, entrevista por teléfono, observación directa)
	¿Cuáles características se deberían considerar para el desarrollo del estudio?
	Haga una lista de las características que desean investigar.
	Formule una pregunta para cada una de las características que desean investigar.
	Escriba las posibles respuestas que obtendrían al formular cada pregunta.
Fase 3	Recolección de datos
Tareas	Diseñe un cuestionario con las preguntas hechas en la fase anterior
	Aplice el cuestionario de acuerdo con el método de recolección elegido
Fase 4	Organización, análisis e interpretación de resultados
Tareas	Discutan con sus compañeros cómo organizarían el conjunto de datos
	Identifique y clasifique los tipos de variables incluidas en la investigación
	Organice de manera creativa el conjunto de datos por medio de tablas y gráficas
Fase 5	Elaboración del informe
Tareas	Elabore un informe escrito que incluya: descripción del problema, objetivos, el análisis de resultados, limitaciones en el proyecto y conclusiones.
	Exponga de manera crítica la solución del problema de investigación argumentándolo desde el punto de vista estadístico.
	Prepare la sustentación del proyecto de investigación utilizando un recurso audio visual.

Anexo 2

Descriptores de evaluación del proyecto

Componentes	Descriptores
Pregunta de interés	P1. Plantea y expone el tema de interés para desarrollar la investigación
	P2. Formula el problema de investigación a partir del tema de interés
	P3. Redacta la pregunta de investigación
	P4. Define los objetivos general y específicos de la investigación
	P5. Existe coherencia entre la pregunta de investigación y los objetivos definidos
Diseño de la investigación	D1. Identifica la población objeto de estudio
	D2. Define la técnica de recolección de los datos
	D3. Define las variables que permitirán dar solución al problema
	D4. Registra la información a través del instrumento de recolección
Análisis de datos	A1. Depura y codifica la base de datos
	A2. Organiza los datos a través de tablas de frecuencias simples y cruzadas
	A3. Construye gráficas de acuerdo con los tipos de variables
	A4. Analiza las tablas y gráficas conforme a la pregunta de investigación
Conclusiones	C1. Las conclusiones son consistentes con el análisis de los datos
	C2. Las conclusiones dan respuesta a los objetivos propuestos
	C3. Interpreta críticamente la información estadística
Reflexión sobre el proceso	R1. Incluye en el informe algunas limitaciones en el desarrollo del proyecto
	R2. Hace sugerencias para mejorar el diseño y/o análisis de la información
Creatividad y originalidad	CR1. Elabora gráficas creativas para representar algunas variables objeto del estudio
	CR2. Los resultados se presentan de manera original, producto del trabajo en equipo
Presentación de resultados	PR1. El informe se presenta organizado por secciones y la redacción escrita es pertinente
	PR2. Hace uso de recursos informáticos para la presentación del proyecto
	PR3. Maneja un lenguaje estadístico adecuado en la sustentación del proyecto

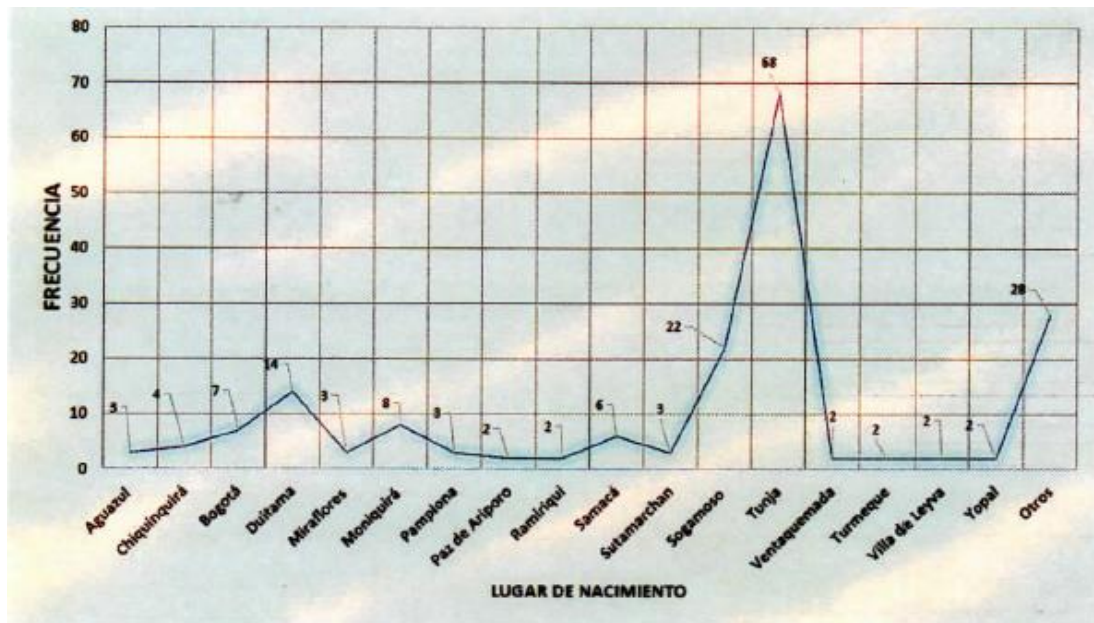
Anexo 3

Resultados de la evaluación de los proyectos

Componentes	Descript	Niveles																							
		G1				G2				G3				G4				G5				G6			
		N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
Pregunta de interés	P1			1					1				1			1				1			1		
	P2		1					1				1			1					1			1		
	P3			1			1					1				1			1				1		
	P4			1				1				1				1				1			1		
	P5			1				1				1				1				1			1		
Diseño de la investigación	D1				1				1				1				1								1
	D2			1				1				1					1			1				1	
	D3				1		1					1					1				1			1	
	D4				1				1				1					1				1			1
Análisis de datos	A1		1								1					1						1			
	A2		1				1				1				1								1		
	A3			1								1					1						1		
	A3			1				1				1					1						1		
Conclusiones	C1			1				1				1				1					1			1	
	C2		1					1				1				1					1			1	
	C3			1				1				1					1					1			1
	C3			1				1				1					1						1		1
Reflexión sobre el proceso	R1		1				1				1					1						1			
	R2	1				1				1							1					1			
Creatividad y originalidad	CR1			1				1			1				1						1				
	CR2			1				1				1					1					1			
Presentación de resultados	PR1		1				1					1					1						1		
	PR2			1				1				1					1						1		
	PR3			1				1				1					1						1		

Anexo 4

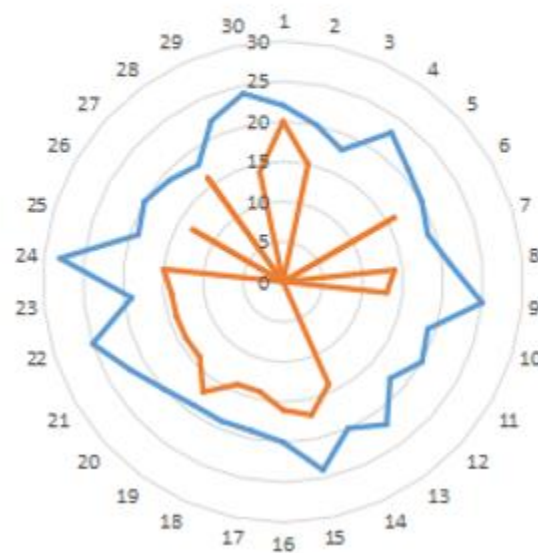
Gráficas con errores de asignación



Fuente. Grupo 5

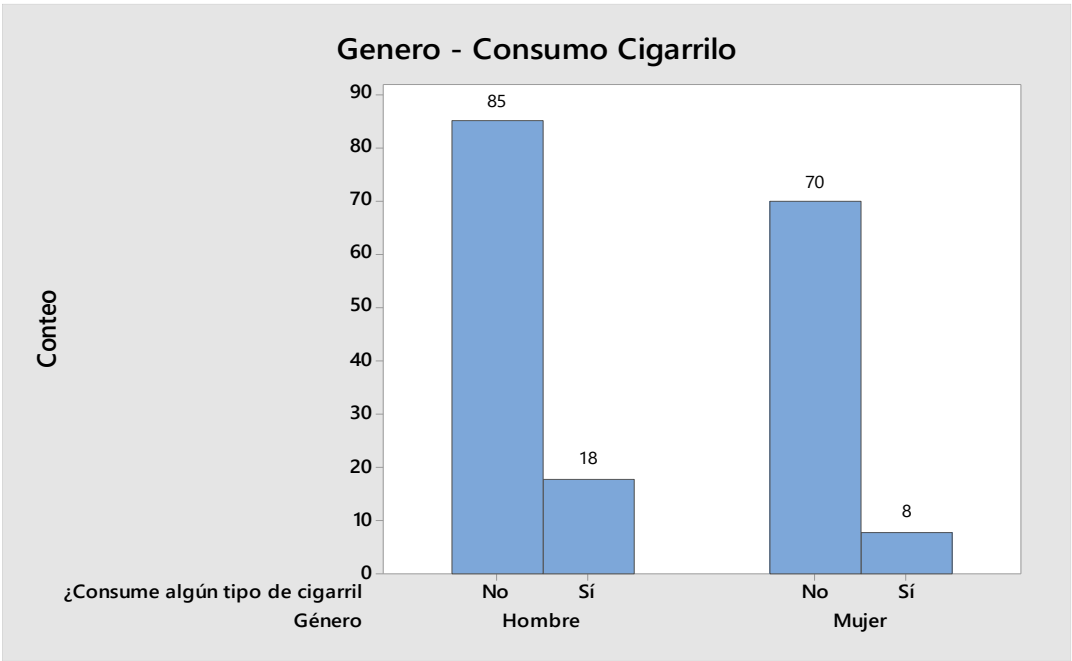
Diagrama de edad vs edad en el primer consumo de alcohol

— Edad — ¿A qué edad consumió por primera vez bebidas alcohólicas?

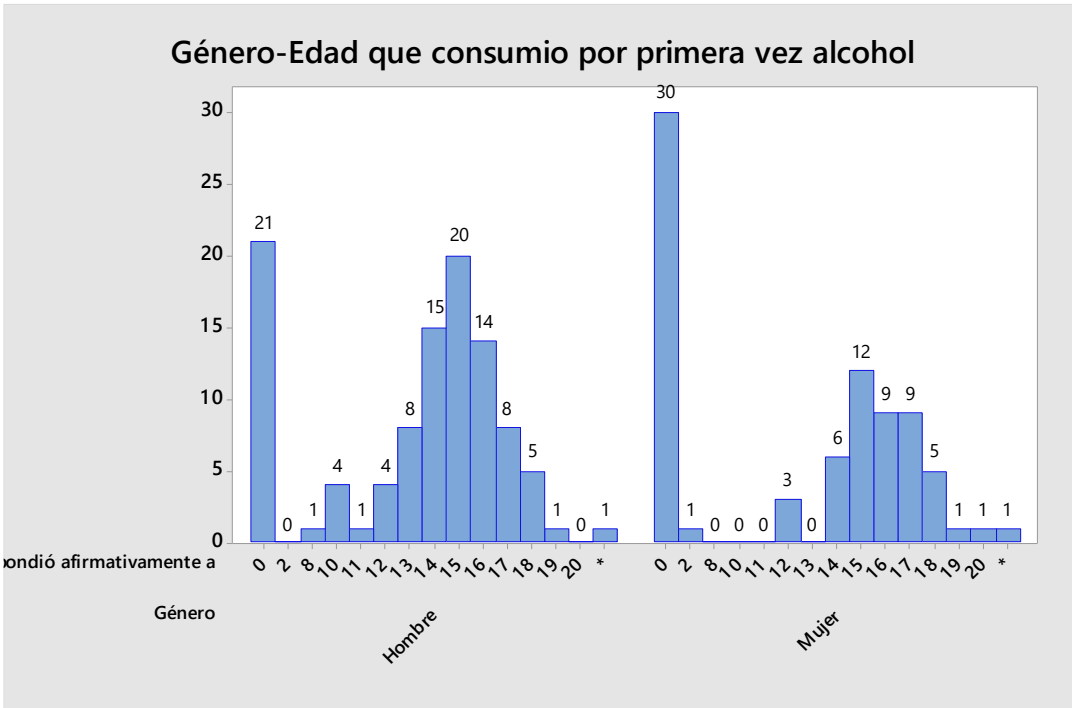


Fuente. Grupo 6

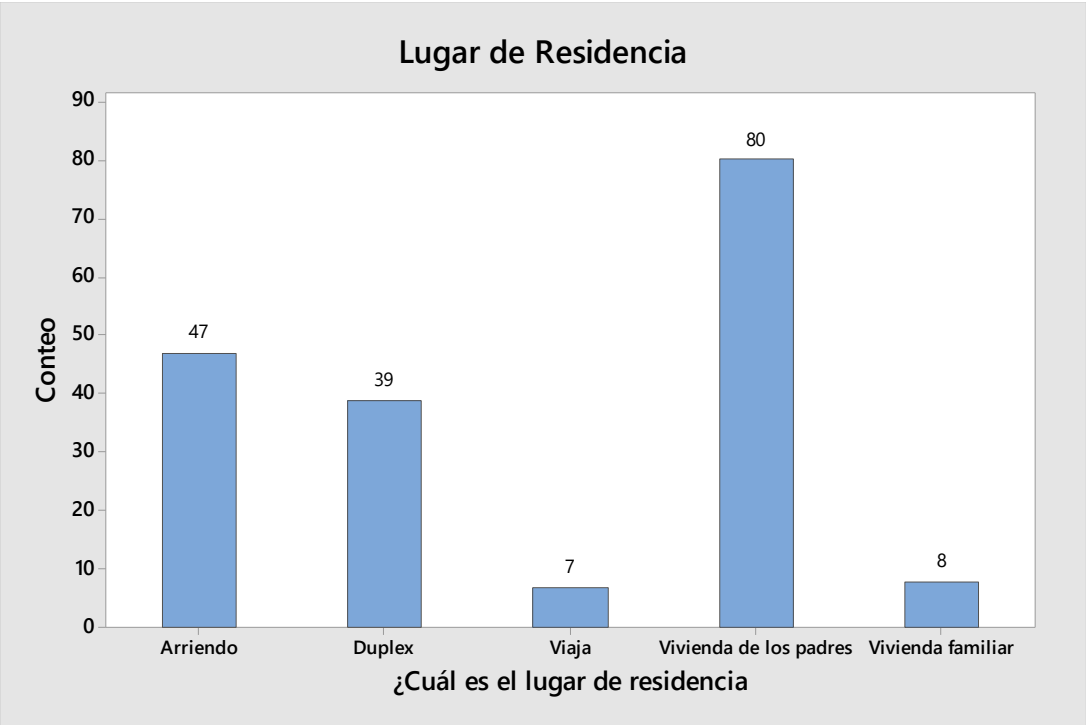
Anexo 5
Gráficas de elaboradas a través de Minitab



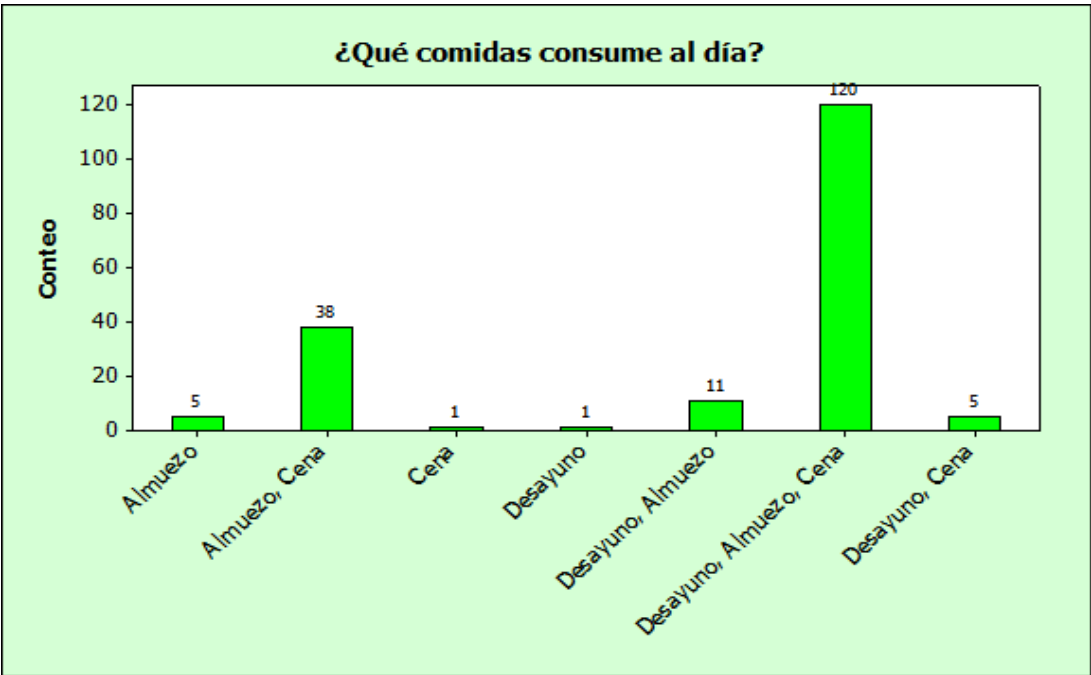
Fuente. Grupo 1



Fuente. Grupo 3



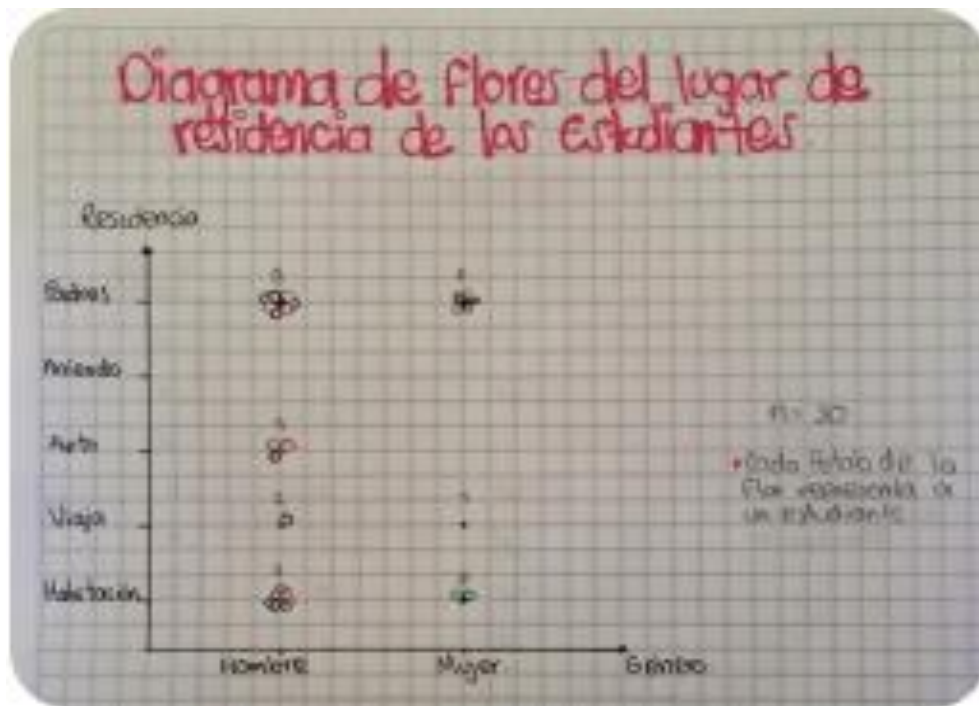
Fuente. Grupo 2



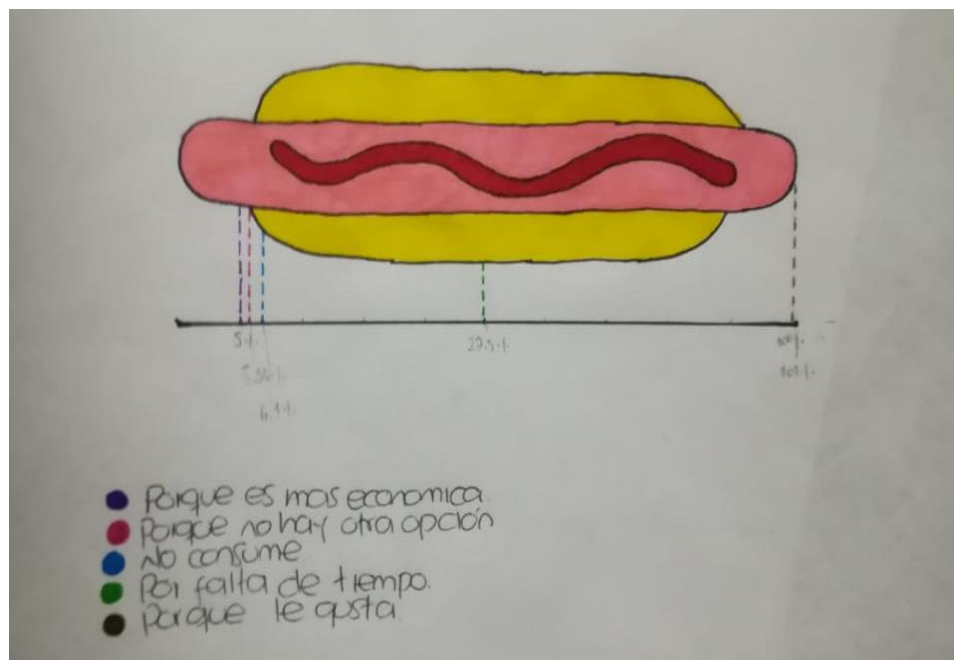
Fuente. Grupo 4

Anexo 6

Gráficas creativas incluidas en los proyectos



Fuente. Grupo 2

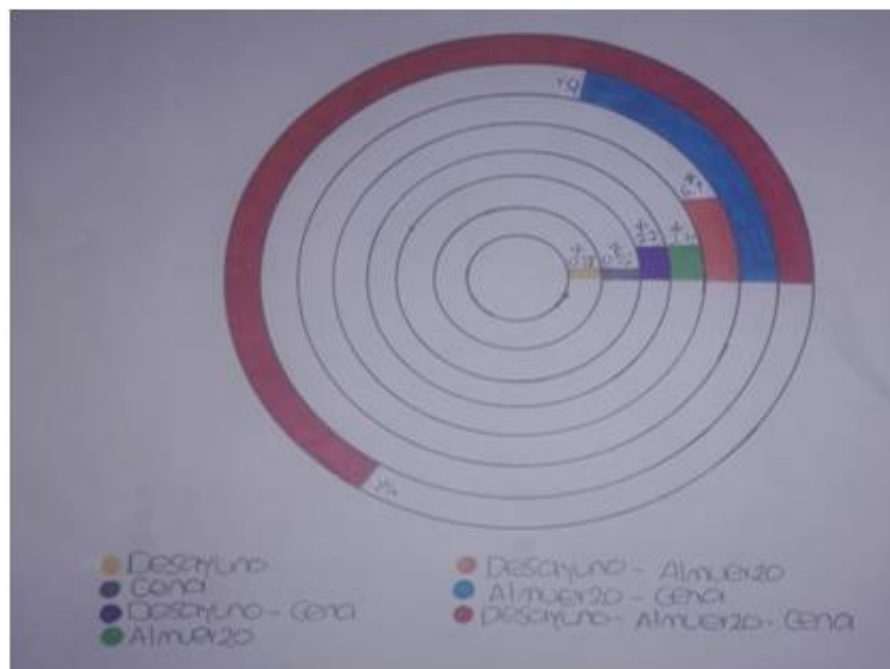


Fuente. Grupo 2



Fuente. Grupo 4

GRÁFICA DE CARACOL DE LA VARIABLE ¿QUÉ COMIDAS CONSUME AL DÍA?



Fuente. Grupo 4